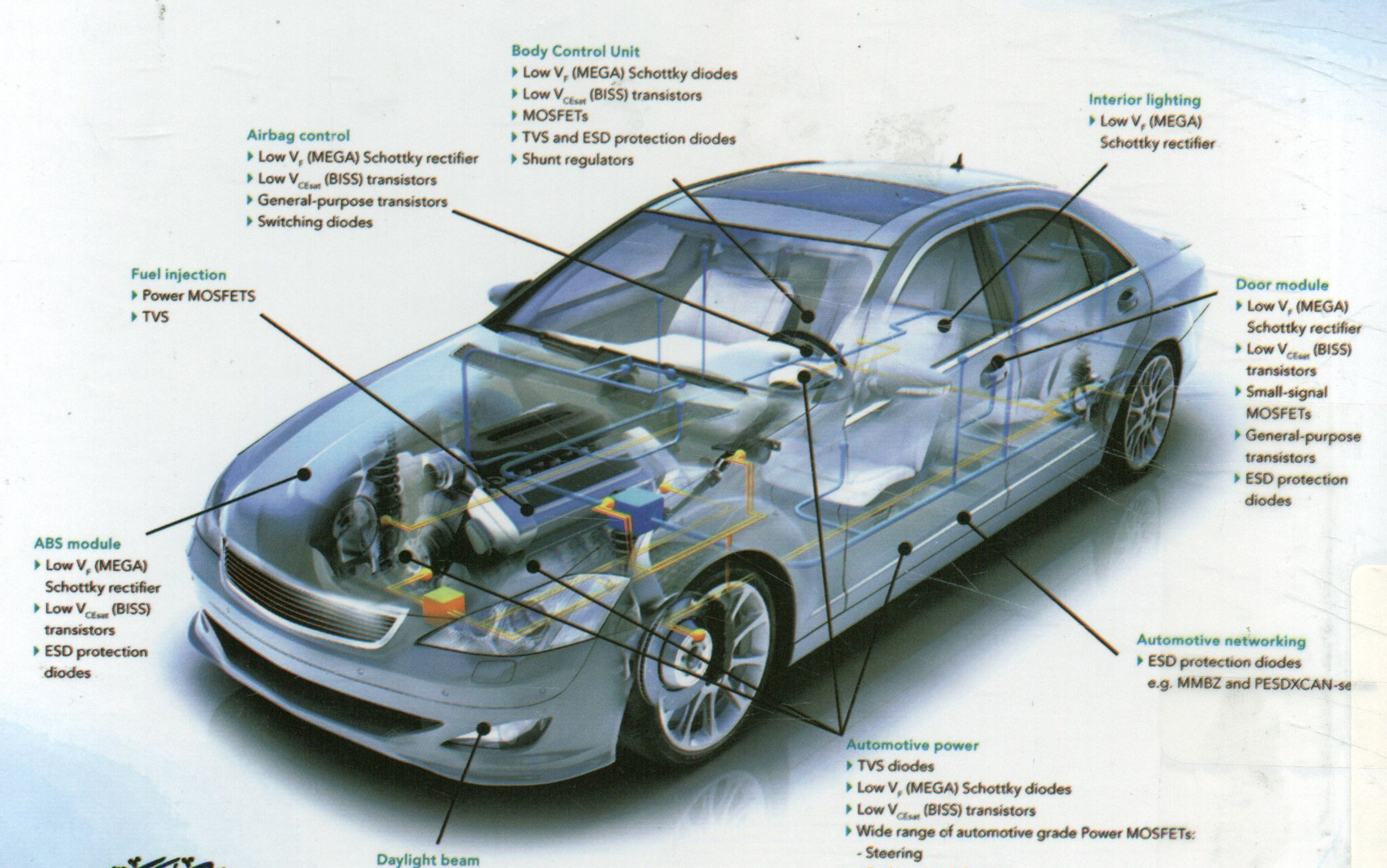
علم السيارات

ميكانيكا السيارات

الدكتور
وليد محمد المومني

المهندس
إياد محمود الداهوك

المهندس
فريد علي محمد



مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع



﴿ وَقُلِ اعْمَلُوا فَسَيَرَى اللَّهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ وَالْمُؤْمِنُونَ ﴾

صدق الله العظيم

علم السيارات

ميكانيكا السيارات

علم السيارات

ميكانيكا السيارات

إعداد

الدكتور
وليد محمد المومني

المهندس
إياد محمود الداهوك

المهندس
فريد علي محمد

الطبعة الأولى

2012م – 1433هـ



رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية (2011/8/3023)

629.222

المومني، وليد محمد

علم السيارات ميكانيكا السيارات/ وليد محمد المومني، اياد محمود الداهوك، فريد علي محمد.- عمان: مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع، 2011

( ) ص

ر.أ. : 2011/8/3023

الواصفات: السيارات//الميكانيك

- يتحمل المؤلف كامل المسؤولية القانونية عن محتوى مصنفه ولا يعبر هذا المصنف عن رأي دائرة المكتبة الوطنية أو أي جهة حكومية أخرى.

الطبعة العربية الأولى

2012م – 1433هـ



عمان – وسط البلد – ش. السلط – مجمع الفحيص التجاري

تلفاكس 4632739 ص.ب. 8244 عمان 11121 الأردن

عمان – ش. الملكة رانيا العبد الله – مقابل كلية الزراعة –

مجمع زهدي حصوة التجاري

www: muj-arabi-pub.com

Email: Moj_pub@hotmail.com

ISBN 978-9957-83-126-4 (ردمك)

الإهداء

إلى من وقف بجانبنا . . .

إلى من أنار طريقنا . . .

إلى طلابنا الأعزاء . . .

نهدي هذا الكتاب

المؤلفون

الفهرس

الوحدة الثالثة

عمود الجر ووصلات نقل الحركة

الوحدة الرابعة

الهيكل

الوحدة الخامسة

الفرامل

الوحدة السادسة

جهاز التوجيه

مقدمــة

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على خير الأنام محمد صلى الله عليه وسلم وعلى اله وصحبه ومن تبعه بإحسان الى يوم الدين وبعد:

فهذا عزيزي القارئ كتاب عالم السيارات نضعه بين يديك ونرجو ان يلقى القبول والرضا ونأمل ان يؤدي الخدمة التي نود تقديمها الى طلابنا والى القراء الاعزاء.

وتلبية لاحتياجات طلبتنا لكتاب يوضح لهم مبادئ ميكانيكا السيارات، ولسدّ ثغرة في مكتبتنا العربية العلمية، ومساهمة منّا في دفع عجلة التعريب الى الامام، ووفاء لأبناء أمتنا الناطقين باللغة العربية كان هذا الكتاب.

يقدم هذا الكتاب وصفاً اساسياً لعمل بعض الاجهزة المختلفة في السيارة مثل القابض، وصندوق السرعة، وأجهزة التحكم والتوقيف وهيكل السيارة، وأجهزة التوجيه في السيارة.

وردت مادة الكتاب في ستة فصول موزعة بين المفاهيم المختلفة في القابض (Clutch) وأنواعه، والمقاومة التي تتعرض لها السيارة، وجهاز التبديل وصناديق السرعة. وصناديق التروس الاوتوماتيكية، وعمود الجر ووصلات نقل الحركة، والدواليب وهيكل السيارة، ونظام التعليق ونظام هرتشكس وكذلك نظام الفرامل (البريكات) والعجلات جهاز الاستدارة ونظام التوجيه.

استهدف الفصل الأول اعطاء القارئ نبذة مختصرة عن القابض (الفاصل) وأنواعه وكذلك الية عمله ونظرية عمل القابض وكذلك أهميته في السيارة ويتضمن هذا الفصل وصفاً لمبدأ عمل القابض.

أما في الفصل الثاني يقدم وصفاً لكيفية المقاومة التي تتعرض لها السيارات وقوة الجر وانواع المقاومة التي تواجه السياره مثل مقاومة الدحرجة

والهواء ومقاومة الصمود، وكذلك امكانية حساب القدرة التي تبذلها السيارة في مقاومة الحركة، وأيضاً وصف وتفسير لجهاز التبديل (صندوق السرعة) وتبيان انواعه وآلية ومبدأ عمله وكذلك حساب نسبة الغيارات (التروس) في السيارة. وكذلك شرح كيفية حساب نسب النقل بصندوق التروس لتحويل عزم الدوران وتغيير سرعة الدوران.

ويستهدف الفصل الثالث من هذا الكتاب اعطاء نبذة مختصرةٍ عن عمود الجر ووصلات نقل الحركة (Drive Shaft and Joint) ويعطي تعريفاً له، وكذلك تبيان لأنواع اعمدة المحور، كيفية حساب عزم الادارة المنقولة الى العجلات، وكذلك يقدم وصفاً للدواليب المستخدمة وصفاتها التي تؤدي إلى السلامة والامانة اللازمة في السيارة.

وعالج الفصل الرابع موضوعٍ الهيكل (Chassis) ونظام التعليق اما بالنسبة للهيكل (Chassis) فأعطانا وصفا له وأنواعه والفوائد المستحصلة منه، أما بالنسبة لنظام التعليق فقمنا بوصفه واعطاء أهم وظائفه وأنواعه مع وصف آلية ومبدأ عمل نظام التعليق .

وعالج الفصل الخامس نظام الفرامل (البريكات) (Brake System) وآلية ومبدأ عملها ، وكذلك عالج المضخة الفرعية ومجموعات فرامل العجلات ونظام الفرامل باستخدام الجهاز المؤازر (السيرفو).

أما في الوحدة السادسة عالج نظام التوجيه (Steering System) ومبدأ اركمان والوضع الهندسي للمحور الأمامي والعجلات الأمامية.

وفي الختام نأمل ان يقدم هذا الجهد المتواضع الغاية المنشودة آملين الايفاء بالمطلوب ومن الله التوفيق.

المؤلفون

الوحدة الأولى

القابض (Clutch)

الوحدة الأولى

القابض (الفاصل)

(Clutch)

يشكل[1] القابض حلقة الوصل بين المحرك وبين صندوق تروس السرعات. أما وظيفته فهي فصل الحركة عن صندوق التروس عند الحاجة الى تغيير السرعة،ثم وصل هذه الحركة ثانية بعد اتمام تعشيق الغيار المطلوب.

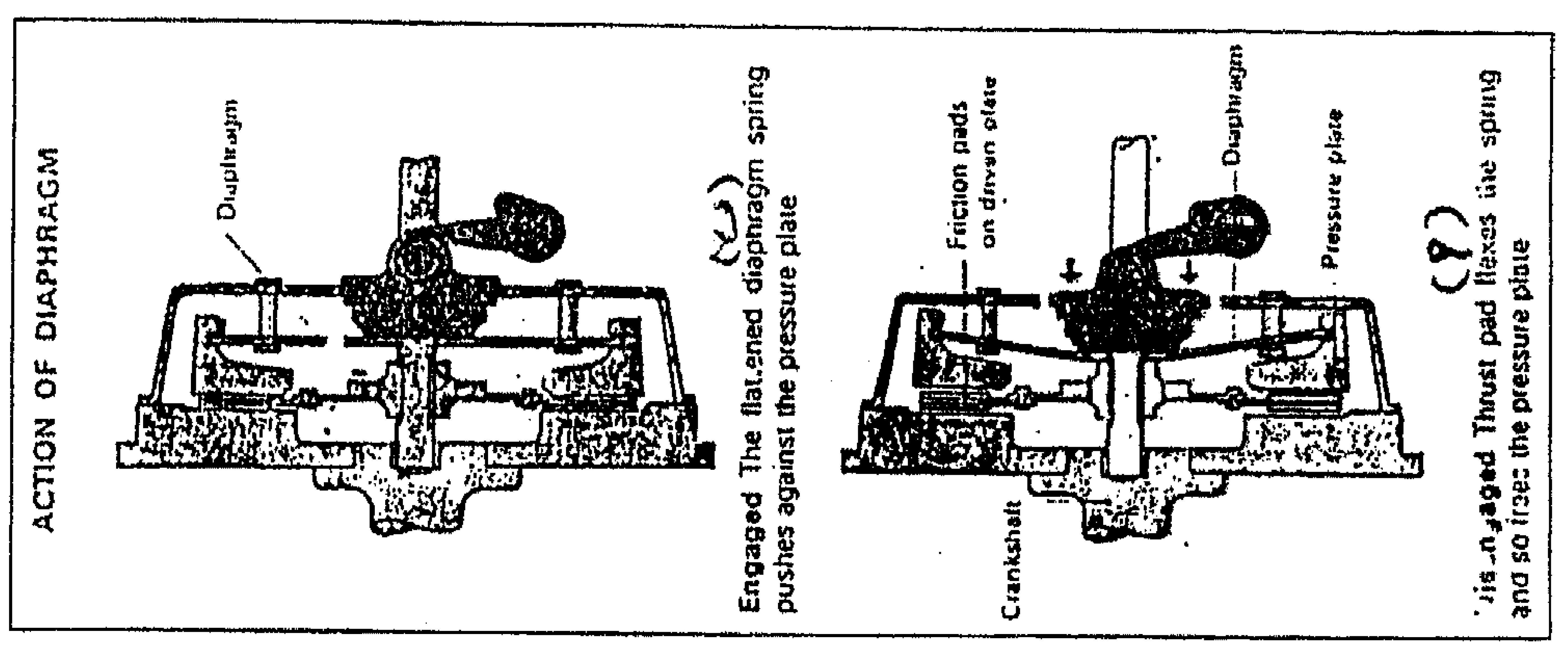
1-1) عمل جهاز القابض (الفاصل):

لتوضيح عمل جهاز القابض (الفاصل) بين القابض في حالة الفصل وفي حالة الوصل كما يلي:

أ- **في حالة الفصل** : عندما يضغط السائق على دواسة القابض (الفاصل) تنتقل الحركة الى الشوكة والتي تضغط على حامل القابض (الفاصل) وهذه بدورها تضغط على عتلات (أصابع) القابض (الفاصل) وبذلك سوف تتقلص نوابض اللوحة (قرص الضغط) وتنسحب اللوحة عن قرص (الاحتكاك) القابض (الفاصل) ويصبح القرص طليقاً وعائماً بين الدولاب الطيار ولوحة ضغط القابض (الفاصل) وبذلك تنتقل الحركة من الدولاب الطيار الى قرص الاحتكاك دون نقلها الى المحور الابتدائي ونتيجة لذلك تختلف سرعة الدولاب الطيار عن سرعة المحور الابتدائي ويمكن في هذه الحالة اجراء التبديل التام كما هو موضح في الشكل (1-1).

---

(1) يسمى القابض أو الفاصل في بعض الكتب لأنه يقبض على غيارات صندوق التروس ويفصل الغيار ولذلك سمي القابض أو الفاصل.



وضع انفصال (أ) وضع تعشيق (ب)

شكل (1-1)

ب- في حالة الوصل: تعود الدواسة (الدعسة) بفعل نابضها عندما يرفع السائق قدمه وتعود الشوكة ويرجع القابض (الفاصل) الى وضعه الأول بفعل نوابض الارجاع العائدة لهاوكذلك عتلات (أصابع) القابض (الفاصل) اما نوابض ضغط لوحة القابض (الفاصل) المتقلصة فترجع الى وضعها الاول دافعة اللوحة (قرص الضغط) باتجاه قرص الفصل (الاحتكاك) وينزلق القرص على مسيلات المحور الابتدائي ويلتصق بالدولاب الطيار وتدور مجموعة اللوحة والقرص والدولاب الطيار كأنها مجموعة واحدة وبذلك تتم حالة وصل الحركة. وإذا ما اتبعنا سير الحركة في هذه الحالة تأتي الحركة من الدولاب الطيار ثم الى قرص القابض (الفاصل) و الى المحور الابتدائي كما هو موضح في الشكل (1-1).

1-2) أنواع القوابض (Type of Clutch):

تصنف القوابض تبعاً لطبيعة عملها الى الانواع التالية:

1- القابض الاحتكاكي.

2- القابض الهيدروليكي

3- قابض الطرد المركزي

4- القابض الكهرومغناطيسي.

1-2-1) **القابض الاحتكاكي** (Frictional Clutch):

مكوناته: يتركب القابض الاحتكاكي من الاجزاء التالية:

1- الغطاء (Cover).

2- القرص الضاغط(Pressure Plate) .

3- قرص الاحتكاك (Driven Plate), (Friction Disc) .

4- قرص الحدّافة(Flywheel) .

5- البيله (محمل الدفع) (Thrust Bearing) .

6- الشوكة (Fork) .

7- الدعسة (Clutch Pedal) .

يُصنف القابض الاحتكاكي حسب عدد اقراص الاحتكاك الى نوعين:

أ- القابض الاحتكاكي مفرد القرص((Single Disc Clutch):

ب- القابض الاحتكاكي متعدد الاقراص (Multi - Disc Clutch) .

يصنف من حيث نوع وتصميم الزمبرك المستخدم فيه الى نوعين ايضاً:

أ- قابض ذو زمبرك طبقي.

ب- قابض زمبركات اسطوانيه (لولبية).

❖ **أنواع القابض (الفاصل) الاحتكاكي:**

1- جهاز الفاصل ذو القرص المفرد (Single Plate Cluch)

يعتبر هذا النوع من أكثرها استعمالاً وله مزية الفصل السريع ويتألف من الأجزاء التالية:

أ- الاقسام السائقة:

1- الدولاب الطيار (الحذافة) (Flywheel).

2- لوحة ضغط القابض (الفاصل) (Pressure Plate) .

ب- الاقسام المساقة:

1- قرص القابض (الفاصل) (Driven Plate).

جـ- الأقسام المشغلة:

1- دواسة (دعسة) القابض.

2- عتلات التوصيل.

3- محور التنظيم.

4- الشوكة.

5- حامل غدة القابض (الفاصل).

6- غدة القابض (الفاصل).

7- عتلات (أصابع) لوحة ضغط القابض (الفاصل).

د- غلاف لوحة ضغط القابض (الفاصل).

هـ- صندوق جهاز القابض (الفاصل).

❖ نظرية عمل القابض الاحتكاكي:

يُظهر الشكل (2-1) قابض احتكاكي مفرد القرص وتظهر مكوناته متباعدة عن بعضها وهو من النوع ذو الزمبرك الطبقي (Diaphragm Spring).

PARTS OF A DIAPHRAGM CLUTCH

Cover is bolted to flywheel

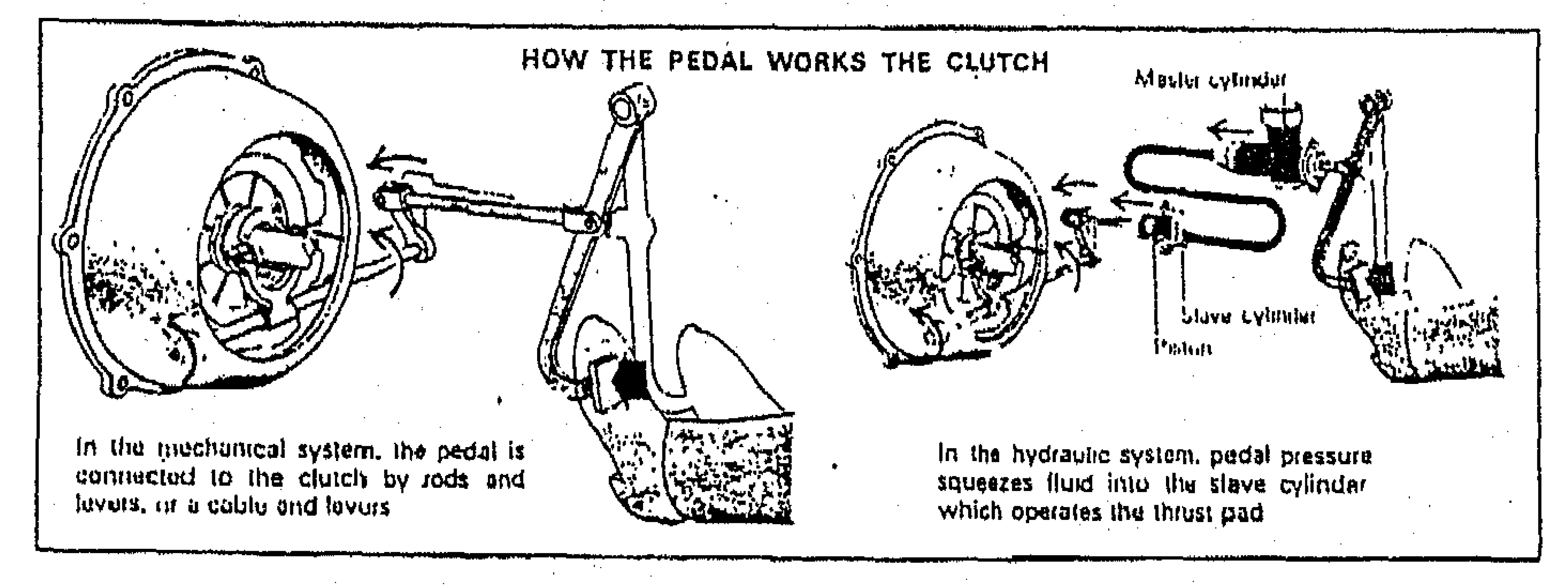
Fulcrum rings

Release bearing

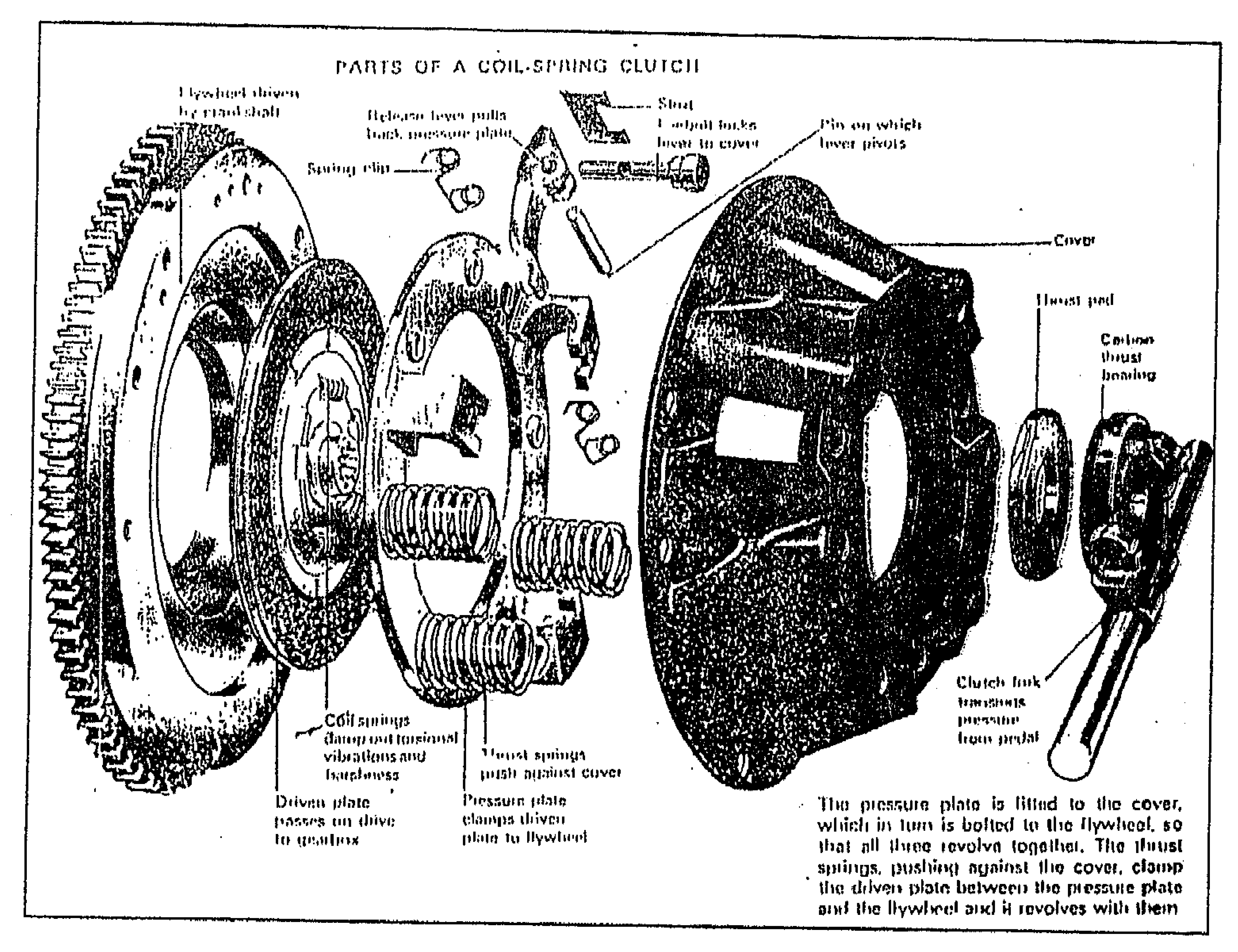
Clutch thrust fork

Conical diaphragm spring can be flexed to reverse direction of thrust

The coil-spring clutch is rapidly being superseded by the diaphragm clutch, which needs less pedal effort. It contains a conical spring, with slots radiating from the centre, and is almost flattened, so that in trying to regain its conical shape it exerts an even pressure round its outer edge. This presses against the pressure plate. The thrust pad, acting against the diaphragm, flexes it the other way and frees the pressure plate



شكل (1-2)

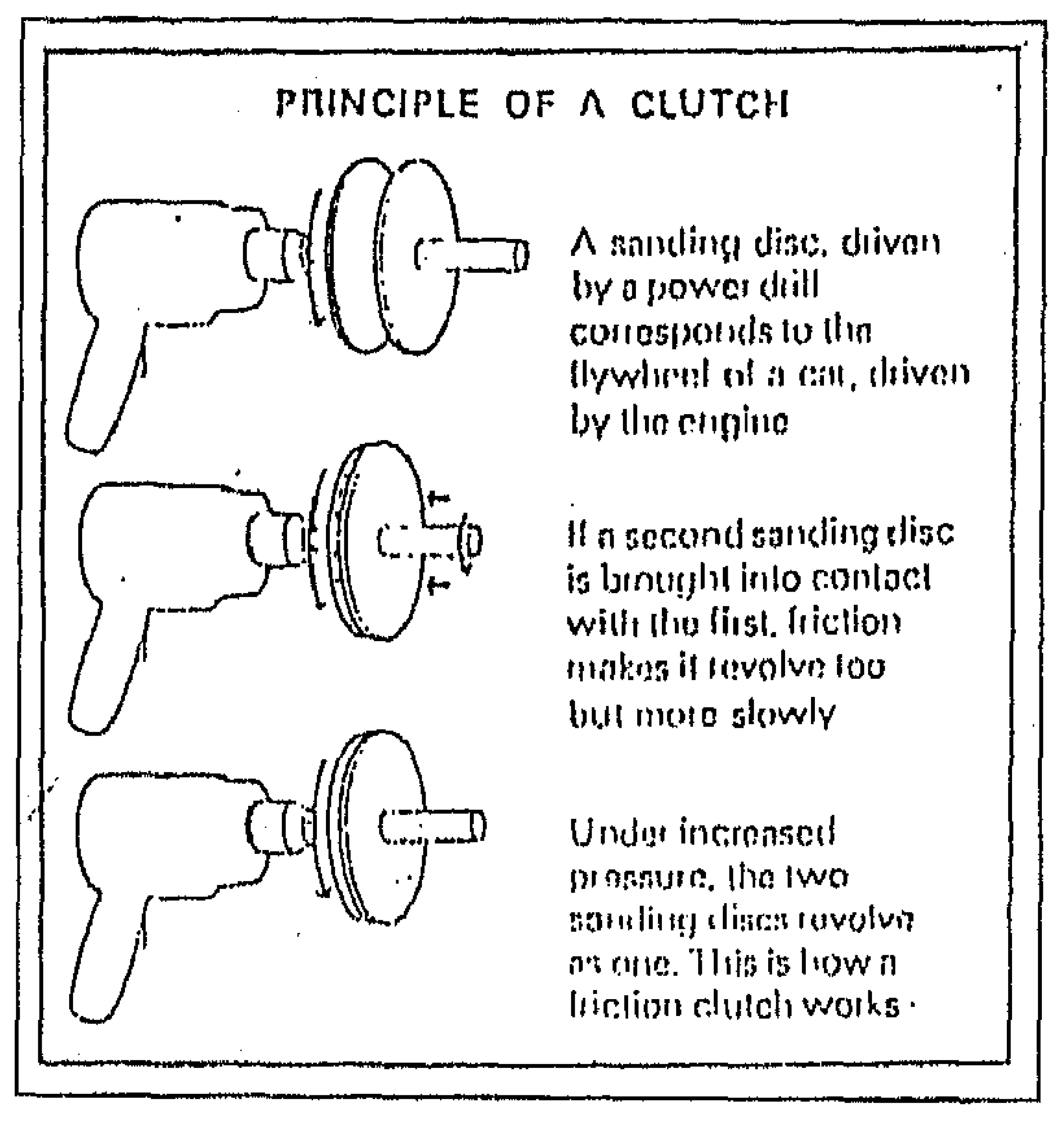


شكل (3-1) قابض ذو زمبرك لولبي

يعتمد مبدأ عمل القابض الاحتكاكي في نقل الحركة الدورانيه من المحرك الى صندوق التروس على قوة الاحتكاك الناشئة عن وجود قرص الاحتكاك الذي يحتوي على طبقة ذات معامل احتكاك عالي القيمة.

ولكي نتصور ذلك لابد لنا من القيام بالتجربة التالية كما في الشكل (4-1) في اذا كان لدينا قرصاً معيناً يدور بواسطة محرك كهربائي مثلا واحضرنا قرصاً آخر من ماده ذات معامل احتكاك عالي مثل الفيبر اوالمطاط او الاسبست ولامسنا القرصين ببعضهما اثناء الدوران دون ان نقوم بتثبيتهما ببعض فان القرصين سيدوران كأنهما وحده واحدة ويعود السبب في دوران القرص الثاني الى قوة الاحتكاك الناشئة عن تلامس السطحين مع وجود معامل

احتكاك سطحي عالي القيمة بينهما. وإذا فصلنا القرصين عن بعضهما توقف الدوران.



شكل (4-1)

وهذا ما يحدث في القابض تماماً.حيث يثبت قرص الاحتكاك (Friction Disc) (صينية الكلاتش) على العمود المسمى عمود القابض ويصبح متوحداً تماماً معه ويقع قرص الاحتكاك بين سطح الحدافة من جهة وسطح قرص الضغط من جهة اخرى ويقوم الزمبرك بعمل الضغط اللازم فينحشر قرص الاحتكاك بين الحدافة وقرص الضغط ويدور معهما وبذلك تنتقل الحركة من المحرك الى صندوق التروس وهذا الوضع يكون قائماً بدون الضغط على دعسة الكلاتش اماذا اردنا فصل الحركة بين المحرك وصندوق التروس فإننا نضغط على الدعسة فتنتقل حركة الدعسة الى الشوكة عن طريق الوصلات او سلك الكلاتش اذا كان ميكانيكياً اوبواسطة السائل الهيدروليكي اذا كان النظام هيدروليكياً. وتقوم الشوكة بدورها بدفع بيليه الدفع والتي تدفع

الزمبرك فيتراجع قرص الضغط عن قرص الاحتكاك وبذلك يتحرر قرص الاحتكاك (صينية الكلاتش) ويصبح غير ملتصق بسطح الحدافة وبذلك يتوقف قرص الاحتكاك عن الدوران مع الحدافة فتنفصل الحركة عن صندوق التروس وعن باقي اجزاء خط النقل.

يتكون قرص الاحتكاك وهو الجزء الفعال في القابض من قرص ذو سمك رقيق من الفولاذ الذي يتحمل اجهادات الشد العالية. ويحتوي الجزء المركزي منه على زمبركات قوية لمساعدته في امتصاص صدمة التعشيق عند بدء الدوران.

ويحتوي القرص على كلا سطحية طبقة من مادة الاحتكاك وهي عباره عن عجينة من القطن الاسبست تضاف اليها مادة لاصقة ويتم تجفيفها ومعالجتها حرارياً بطريقة خاصة لتصبح قادرة على تحمل الاجهادات الواقعة عليها. ويضاف اليها في بعض الاحيان النحاس بغرض تقويتها.

1-2-2) **القابض الاحتكاكي متعدد الاقراص**(Multi-Disc Clutch) :

تجهز بعض العجلات بفاصل متعدد الاقراص عندما يراد زيادة الاحتكاك لاجل زيادة العزم المنقول دون الحاجة الي زيادة قطر الفاصل.

يتطلب الامر عند الحاجة الى نقل قدرات كبيره خاصة عندما يتعلق الامر بالشاحنات الى استخدام قوابض ذات قدرات عالية وهذا يعني الحاجة الى توفير قوة احتكاك كبيرة جداً وذلك بتوفير مساحة سطحية للإحتكاك كبيره.

وعندما نتصور استخدام قرص احتكاك بقطر كبير فإنه من الناحية العملية غير ممكن. وبذلك فقد تم استخدام عدة اقراص احتكاكية توفر في مجموعها مساحة سطحية احتكاكية كبيرة والشكل(5-1) في يبين قطاعا في قابض ثنائي الاقراص يحتوي على قرص احتكاك مع وجود قرص ضغط وسطي بينهما.

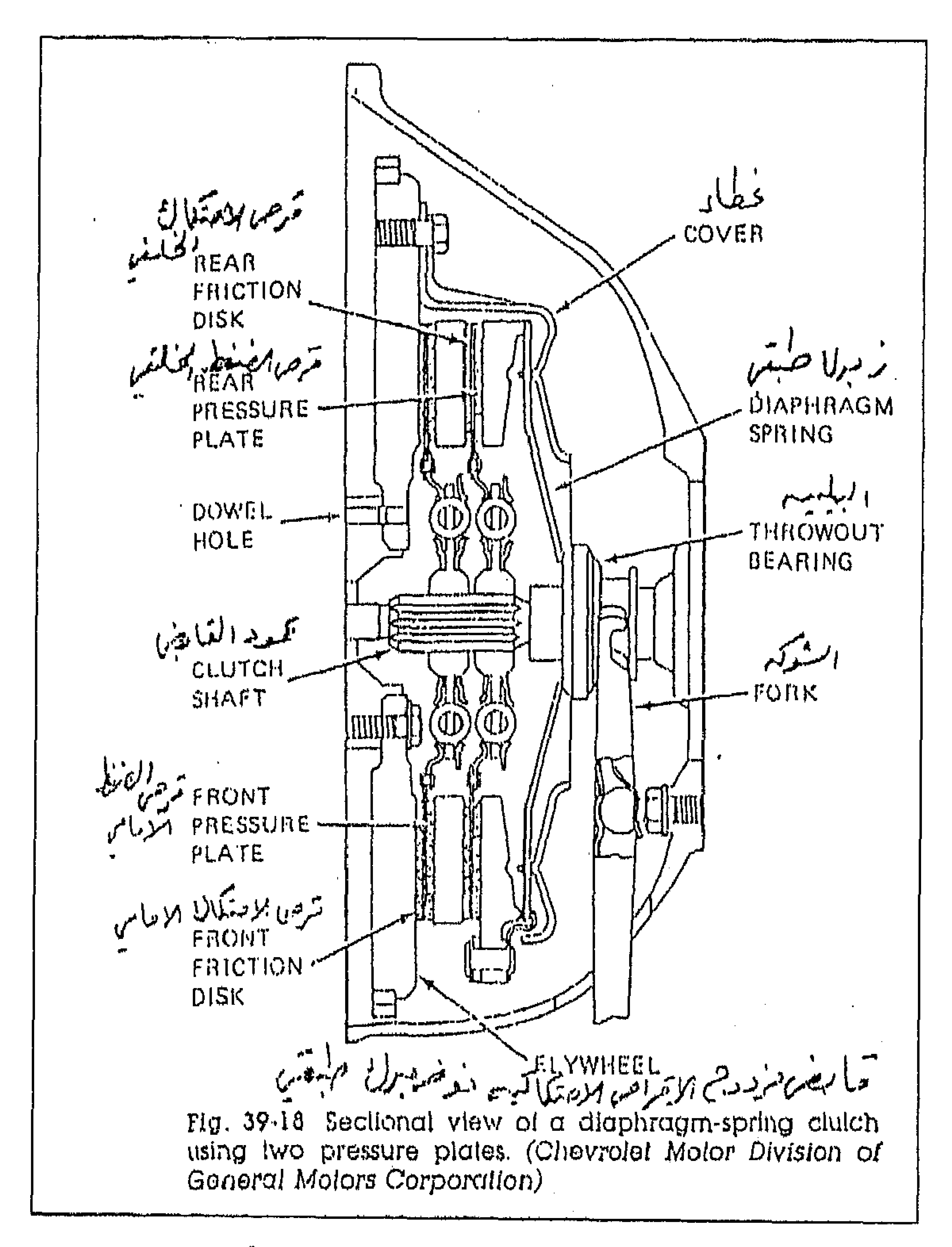


Fig. 39-18 Sectional view of a diaphragm-spring clutch using two pressure plates. (*Chevrolet Motor Division of General Motors Corporation*)

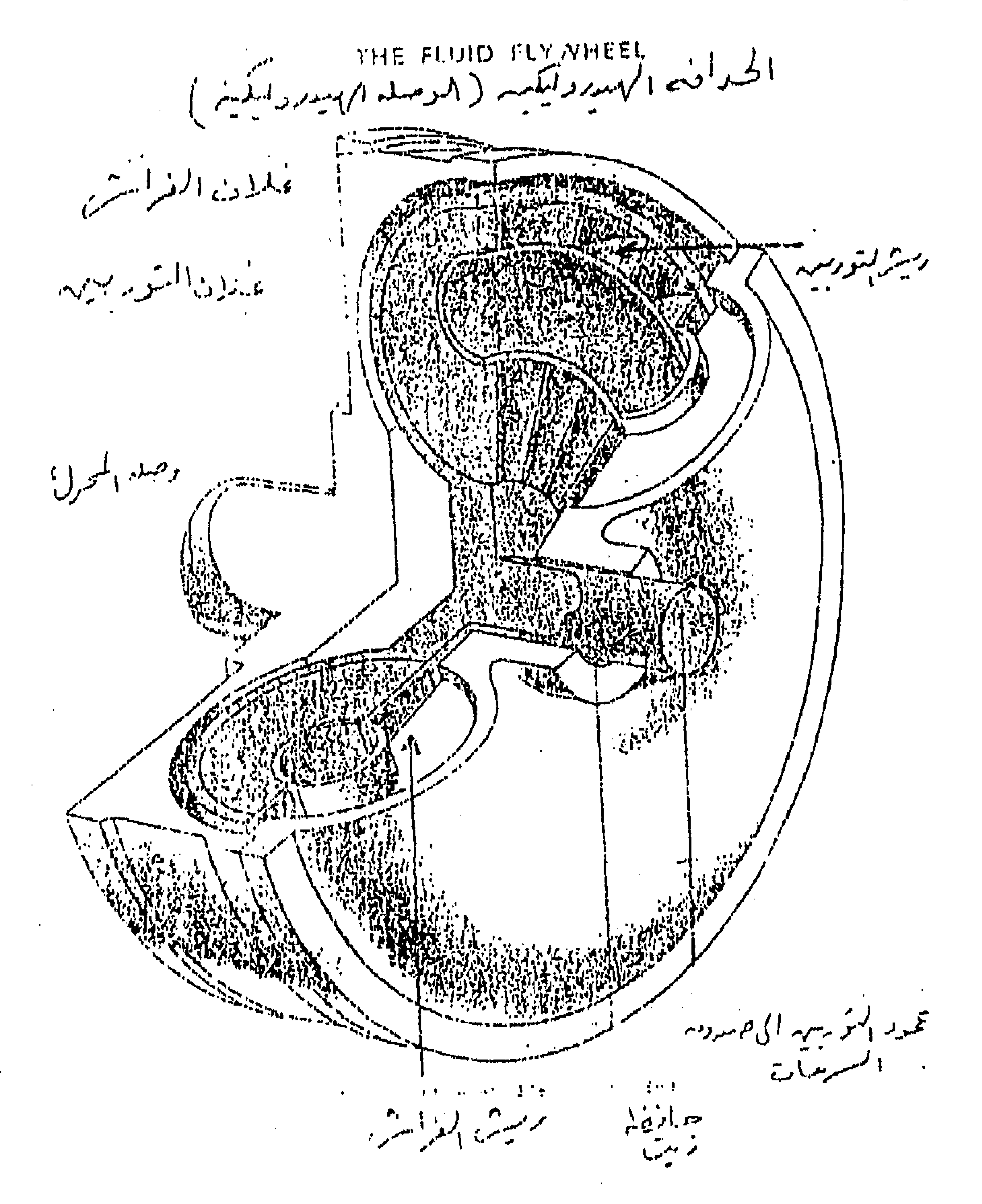
شكل (5-1) قابض احتكاكي متعدد الأقراص

3-2-1) القابض الهيدروليكي (الوصلة الهيدروليكية) (Hydraulic Coupling)

ويسمى ايضاً بالحدافة الهيدروليكية (Fluid Flywheel) وفي هذا النوع من القوابضٍ يتم نقل الحركة من المحرك الى صندوق سرعات أو فصل هذه الحركة ذاتيا وبدون تدخل السائق وذلك بحسب احتياجٍ ظروف حركة السياره، فالقابض الهيدروليكي يسمح للمحرك ان يدور منفصلا عند توقف السيارة عن الحركة كما يعمل على نقل الحركة بشكل سلس عند زيادة سرعة المحرك من قبل السائق.

❖ **تركيب القابض الهيدروليكي:**

يتركب من الأجزاء الرئيسية التالية كما هو موضح في الشكل (6-1):



شكل (6-1) القابض الهيدروليكي

1- الفرّاش الدّوار (Impeller):

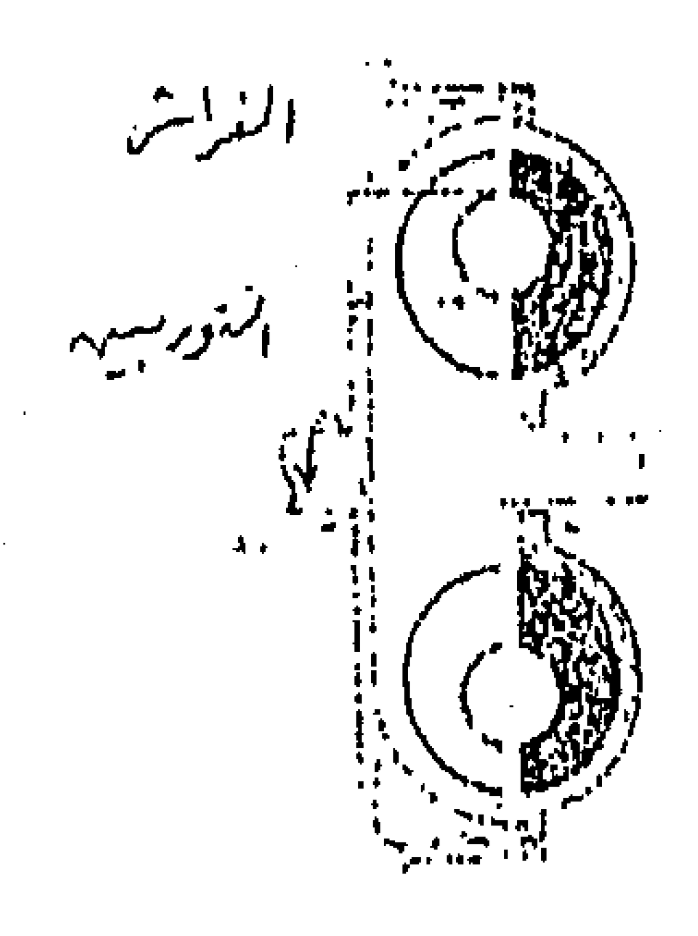
وهو يحتوي على ريش تعمل عمل الفراش الدوار (الدفّاع) في المضخة الطاردة المركزية.

2- التوربين (Turbine):

وهـو يحتـوي علـى صـف دائـري مـن الريـش (Vanes) يتقـابل كـل مـن الفراش والتوربين وجهاً لوجه ولكن بدون تلامس الفرّاش الدوار مع التوربين ويحتوي بداخله على زيت هيدروليكي بحيث يغمر الزيت كلا من الفراش والتوربين المتقابلين، وهو محكم الاغلاق تماماً.

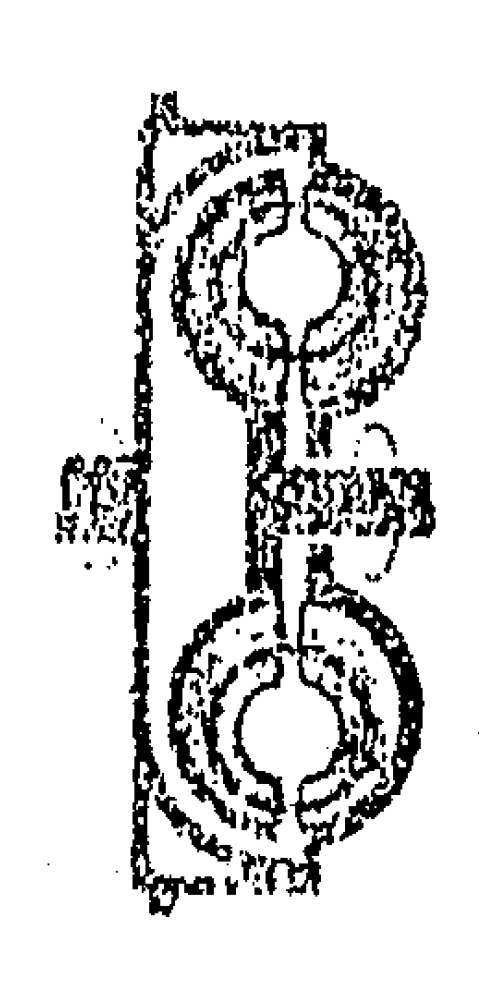
❖ **مبدأ العمل:**

الفـراش الـدوار يكـون مثبتـاً مـع المحـرك ويـدور بدورانـه وعندمـا يبـدأ الفراش بالدوران يجبر الزيت الهيدروليكي على الدوران معه بفعل قوة الطرد المركزي الناشئة عن الدوران.



شكل (أ – 7–1) سرعة بطيئة

وفي حالـة دوران المحـرك بالسـرعة البطيئـة تكـون قـوة الطـرد المركـزي المنقولة من ريش الفراش الدوار الى الزيت الهيدروليكي ضعيفة وغير قادره على تدوير التوربين، والتوربين يكون مثبتاً مع العمود الذي ينقل الحركة الى صندوق تروس السرعات وبذلك لاتنقل الحركة من المحرك الى صندوق السرعات.



شكل (ب-7-1) سرعة عالية

وعند زيادة سرعة المحرك من قبل السائق تزداد سرعة دوران الفراش الدوار وبذلك تتوفر للزيت الهيدروليكي قوة طرد مركزي كبيره تصبح قادرة على ادارة ريش التوربين وعندما يدور التوربين تنتقل الحركة الدورانية الى صندوق السرعات ومنه الى باقي خط النقل.

ومن الجدير بالذكر ان هناك فرق بين سرعتي دوران الفراش والتوربين داخل القابض الهيدروليكي ويقل هذا الفرق بزيادة سرعة المحرك ويتضاءل الى حد كبير عند السرعات العالية، كما هو موضح في الشكل (7-1).

3-1) حساب القدرة المنقولة بواسطة القابض:

تُحسب القدرة المنقولة من المحرك الى صندوق التروس بواسطة القابض وذلك بمعرفة او بحساب العزم المنقول (عزم الدوران) (Torque) وكذلك سرعة دوران المحرك(R.P.M) بالدورة في الدقيقة باستخدام المعادلة التالية :

$$Power = T \times \left(\frac{2\pi N}{60}\right) \quad (W) \qquad (1\text{-}1)$$

حيث T: هي عزم الادارة (N.m).

N : سرعة دوران المحرك (.R.P.M).

ويمكن حساب عزم الادارة (T) بحساب قوة الاحتكاك الناشئة بين سطحي قرص الاحتكاك وكلا من سطح الحذافة وسطح قرص الضغط وكذلك حساب نصف القطر المتوسط لقرص الاحتكاك حسب المعادلة التالية:

$$T = 2F_f \times r_m \quad (N.m) \qquad \text{.......(1-2)}$$

حيث أن:

F_f: هي قوة الاحتكاك لاحد سطحي قرص الاحتكاك (Friction Force) وضربت في (2) لحساب السطحين (N).

r_m: هو نصف القطر المتوسط لقرص الاحتكاك (m).

r_o: نصف القطر الخارجي لقرص الاحتكاك (m).

r_i: هو نصف القطر الداخلي لقرص الاحتكاك (m).

$$r_m = \frac{r_o + r_i}{2} \qquad \text{.......(1-3)}$$

تعتمد قوة الاحتكاك بين سطح الضغط وسطح البطانة الاحتكاكية على قرص الاحتكاك على قوة ضغط الزمبركات وكذلك على معامل الاحتكاك للبطانة الاحتكاكية حيث أن:

$$F_f = S \times m \qquad (N) \qquad \text{.......(1-4)}$$

S: قوة ضغط الزمبركات (N).

m: معامل الاحتكاك وهو يتراوح عادة بين (0.3-0.2).

إن قوة الادارة القصوى التي يمكن نقلها بواسطة البطانة الاحتكاكية الواحدة تساوي قوة الاحتكاك (F_f) وهذا يعني ان قرص الاحتكاك (صينية الكلاتش) يقوم بنقل قوة مماسية مقدارها ($2F_f$) بواسطة سطحي القرص ويمكن حساب قوة ضغط الزمبركات (S) بمعرفة الضغط السطحي المسموح به (P) (Surface Pressure) وكذلك المساحة السطحية للبطانه الاحتكاكية لوجه واحد (A) حسب المعادلة التالية:

$$S = A \times P \qquad (N) \qquad \text{.......(1-5)}$$

حيث أن:

A: مساحة السطح الباطني للاحتكاك (m^2).

P: ضغط الزنبركات (N/m^2)

مثال (1-1) :

احسب القدرة المنقولة بواسطة قابض اذا علمت ان قوة الاحتكاك التي ينقلها قرص الاحتكاك لهذا القابض هي (6000N) وكان نصف القطر المتوسط للقرص (r_m=120mm) عند سرعة دوران للمحرك مقدارها (N=4000 R.P.M) بفرض ان معامل الاحتكاك للبطانة الاحتكاكية هو (μ=0.25) ثم احسب قوة ضغط الزمبركات في القابض.

الحل:

$$T = 2\,F_f \times r_m$$

$$= 6000 \times 0.12$$

$$= 720\ N.m$$

$$Power = T \times 2\,\pi\,N$$

$$= 720 \times 2\,\pi \times \frac{400}{60}$$

$$= 301440\ W$$

$$= 301.44\ kW$$

$$F_f = S \times \mu$$

$$\frac{600}{2} = S \times 0.25$$

$$\therefore S = \frac{3000}{0.25} = 12000N$$

الوحدة الثانية

صناديق التروس (Gear Boxes)

الوحدة الثانيــة

صناديق التروس (Gear Boxes)

2-1) المقاومات التي تعترض السيارة وقوة الجر:

تواجه السيارة اثناء حركتها عدد من المقاومات هي:

2-1-1)مقاومة الدحرجة (FR) (Rolling Risistance) :

وهي القوة التي تقاوم حركة السيارة على الطريق المستوية وتعتمد على عدة عوامل هي:

أ- حالة الطريق.

ب- نوع الاطارات وحالتها وضغط الهواء داخلها.

جـ- وزن السيارة وحمولتها.

ويمكن حساب مقاومة الدحرجة من المعادلة التالية:

$$F_R = G \times \mu r \quad (N) \qquad (2\text{-}1)$$

حيث أن :

F_R: قوة مقاومة الدحرجة (N).

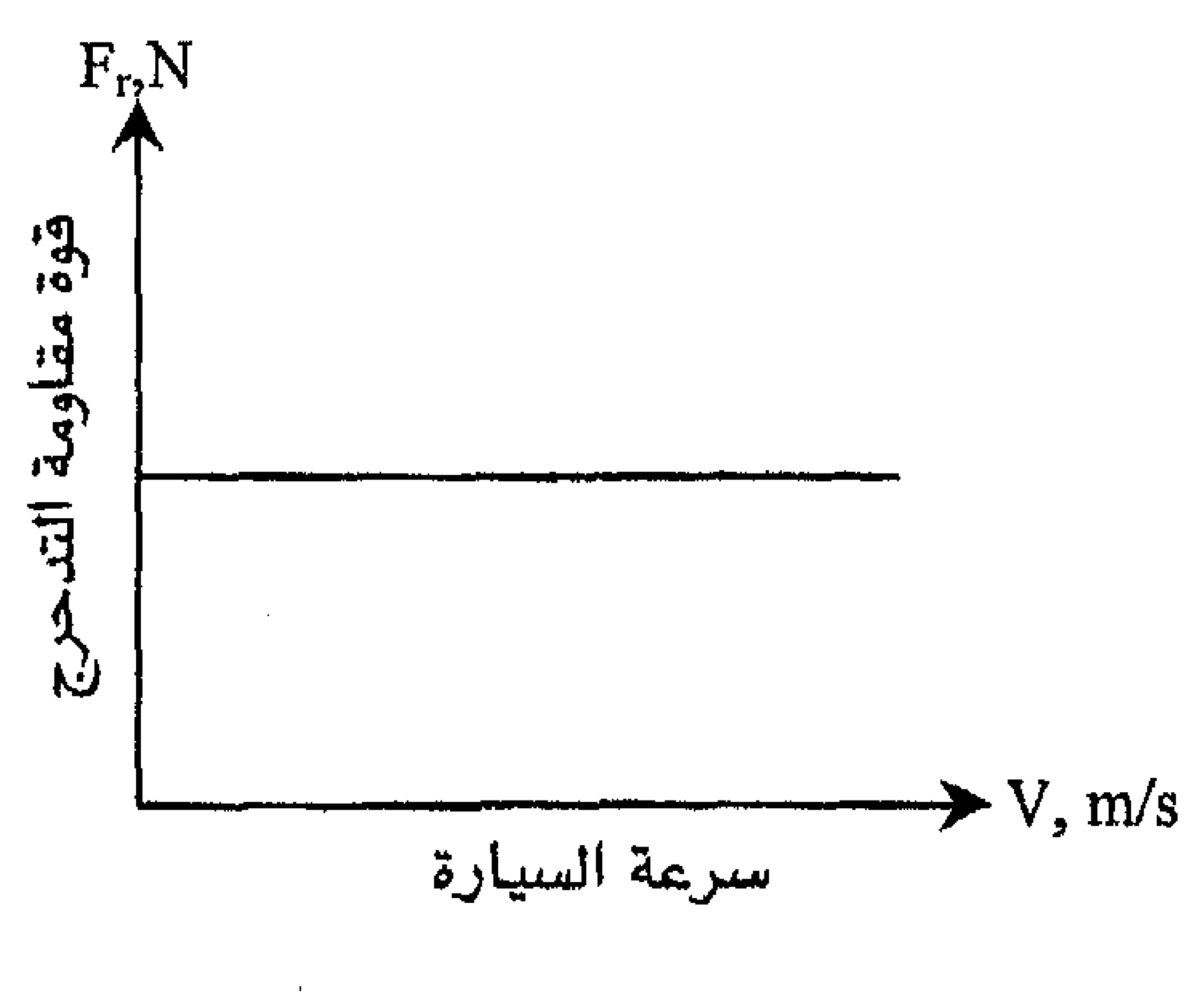
G: وزن السيارة (N).

μ_r: معامل الاحتكاك التدحرجي.

والجدول (1-2) يعطي فكرة عن قيم معامل الاحتكاك التدحرجي حسب نوع سطح الطريق.

نوع الطريق	μ_r
اسفلت	0.01-0.02
خرسانه	0.015-0.025
طريق طينية	0.05-0.15
طريق رملية	0.15-0.3

جدول رقم (1-2)



شكل (1-2)

منحنى مقاومة التدحرج وعلاقته مع سرعة السيارة

2-1-2) **مقاومة الهواء لجسم السيارة** (FR) (Air Risistance):

وهي القوة التي تقاوم حركة السيارة نتيجة احتكاك الهواء بجسم السيارة وتعتمد على العوامل التالية:

أ- شكل السيارة وانسيابها.

ب- مساحة جبهة السيارة التي تصطدم بالهواء .

جـ- سرعة السيارة.

ويمكن حساب مقاومة الهواء لحركة السياره من المعادلة التالية.

$$F_a = 0.0473 \quad C_a .A. v^2 \qquad (2\text{-}2)$$

حيث أن:

F_a: هي قوة مقاومة الهواء للسيارة (N).

C_a: معامل مقاومة الهواء.

A: مساحة مقطع السياره العمودي على اتجاه السير (m^2).

v: سرعة السياره (m/S).

ويمكن استخدام المعادلة التالية لحساب مساحة مقطع السياره (A):

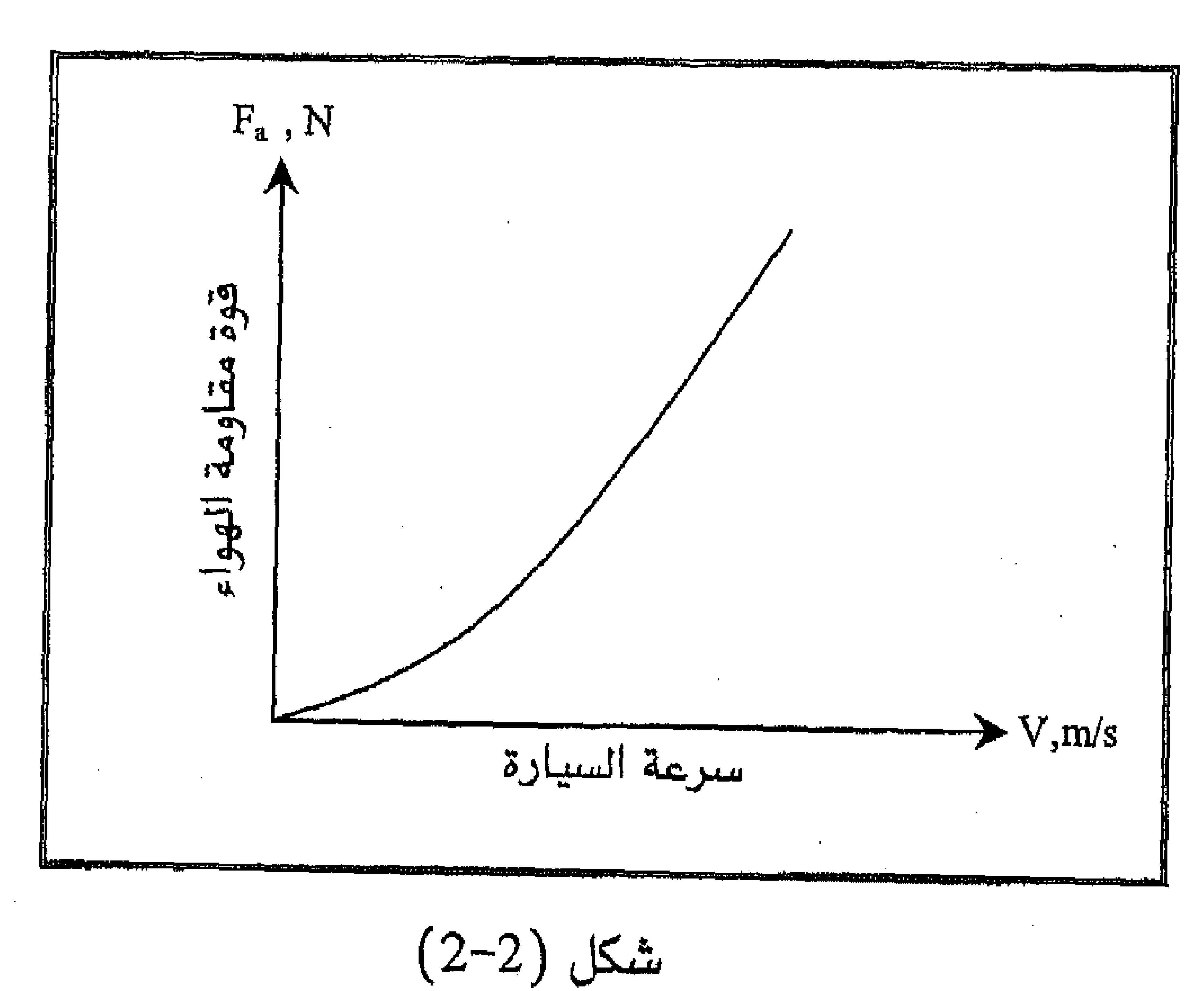
$$A = 0.8\ b.h \qquad (m^2) \qquad \text{(2-3)}$$

حيث أن:

b: عرض السياره (m).

h: ارتفاع السياره (m).

والمنحنى المبين بالشكل (2-2) يوضح العلاقة بين مقاومة الهواء وبين سرعة السيارة.



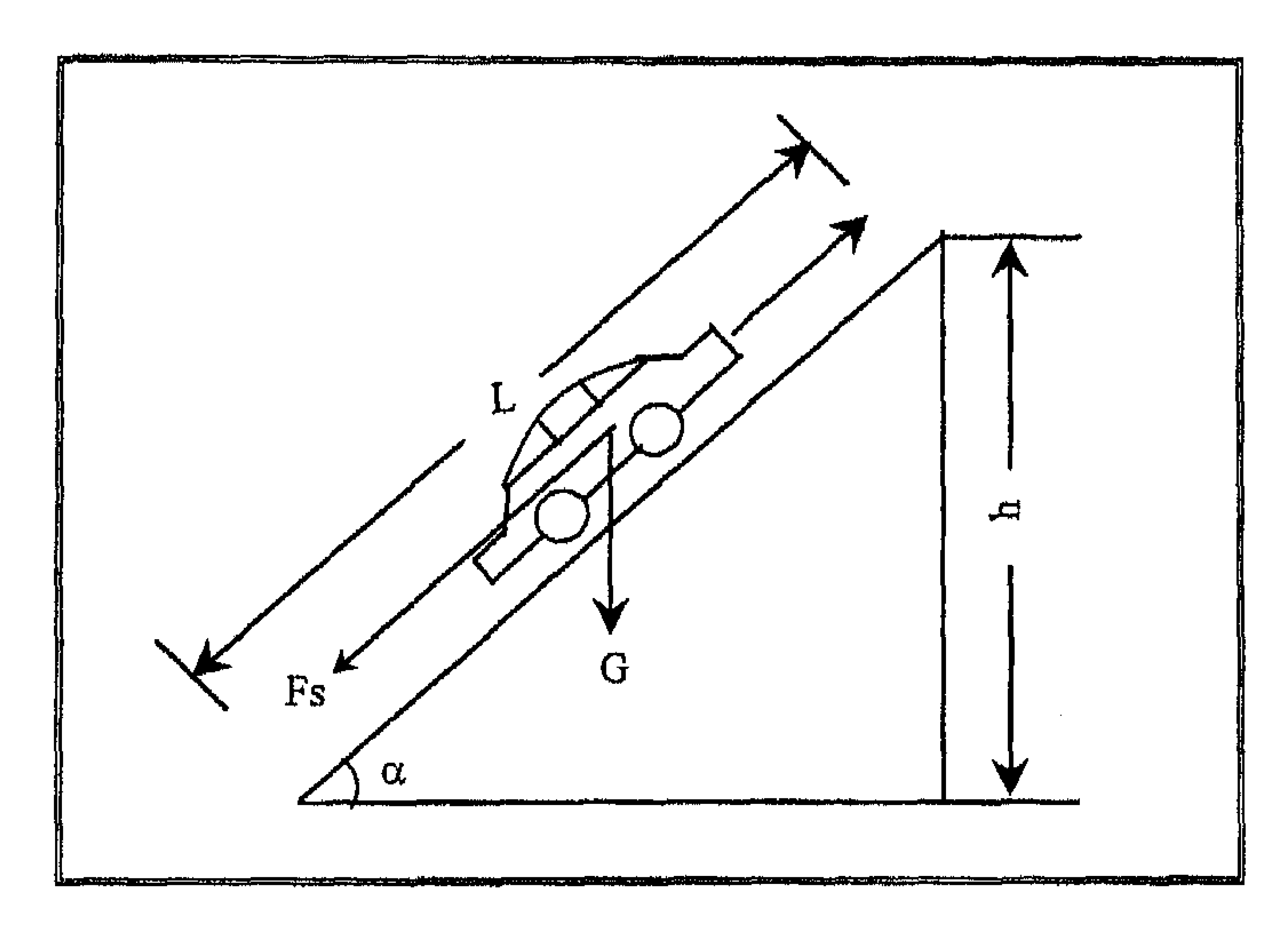
شكل (2-2)

2-1-3) **مقاومة الصعود (الميلان)** (Fs) (Slope Risistance) :

وهي المقاومة التي تواجه السيارة عند تسلق المنحدرات وهي تعتمد على العوامل التالية:

أ- زاوية الميلان (α).

ب- وزن السيارة (G) (N).



شكل (2-3)

ومن الجدير بالذكر ان اتجاه قوة مقاومة الصعود تكون بنفس اتجاه حركة السيارة اثناء الهبوط وعكس حركة السيارة اثناء الصعود كما في الشكل (2-3).

يمكن حساب قوة مقاومة الصعود من المعادلة التالية وهي الصيغة الدقيقة للحساب

$$F_s = G \cdot \sin\alpha \qquad (N) \qquad (2\text{-}4)$$

$$F_s = G\left(\frac{h}{L}\right) = \frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}}$$

حيث أن:

$\tan\alpha$: نسبة الصعود (Slope Ratio).

يمكن حساب مقاومة الصعود بشكل تقريبي عن طريق معرفة نسبة الصعود

$$Fs \cong G \times \text{Slope Ratio} \qquad (N) \qquad (2\text{-}5)$$

ملاحظة : اذا كان الطريقة مستوي فإن (صفر = Fs) لأن $(\alpha = 0)$.

2-1-4) القدرة المبذولة في مقاومة الحركة (قدرة السير):

يمكن حساب قدرة السير من المعادلة التالية:

$$\text{Driving power} = \frac{F_t \times v}{\zeta_t} \quad (W) \qquad \text{(2-6)}$$

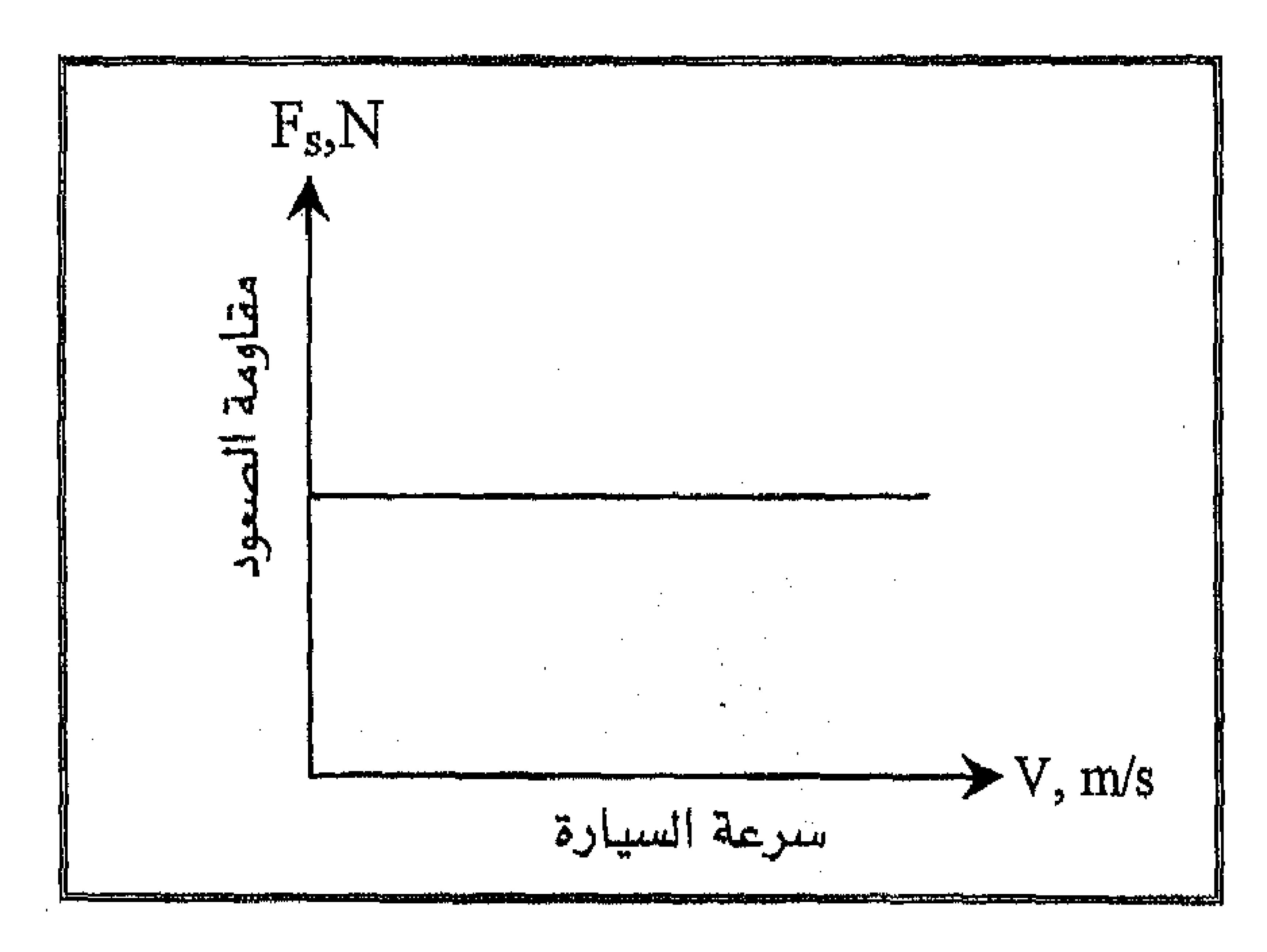
حيث أن:

F_t : هي المقاومة الكلية للحركة وهي تساوي مجموع المقاومات:

$$F_t = F_R + F_a + F_s \quad (N) \qquad \text{(2-7)}$$

v: سرعة السيارة (m/s).

ζ_t: الكفاءة الكلية للسيارة .



شكل (2-4) منحنى مقاومة الصعود

مثال (2-1):

شاحنة تسير على طريق مستوي بسرعة ($v= 30km/hr$) وزن الشاحنة ($G = 28kN$) معامل الاحتكاك التدحرجي ($\mu_r =0.015$) ومعامل مقاومة الهواء ($C_a=0.8$) عرض الشاحنة (2.45m) وارتفاعها (2.7 m) الكفاءة الكلية للشاحنة (80 ٪) احسب:

أ- مقاومة التدحرج.   ب- مقاومة الهواء   جـ- قدرة السير للشاحنة

الحل:

أ- مقاومة التدحرج (F_R):

$$F_R = G \times \mu_r = 28 \times 0.015 = 0.42\ kN$$

ب- مقاومة الهواء(Fa):

$$F_a = 0.0473 \times Ca \times A \times v^2$$

$$A = 0.8 \times b \times h = 0.8 \times 2.45 \times 2.7 = 5.29m2$$

$$\therefore F_a = 0.0473 \times 0.8 \times 5.29 \times \left(\frac{30 \times 1000}{3600}\right)^2 = 13.8N$$

جـ- قدرة السير للشاحنة(Driving Power) :

$$\text{Driving Power} = \frac{F_t \times V}{\zeta_t}$$

لان الطريق مستوي وليس مائل صفر = F_s

$$\therefore F_t = F_R + Fa = 420 + 13.8 = 433.8N$$

$$\therefore \text{Driving Power} = \frac{433.8 \times \left(\frac{30 \times 1000}{3600}\right)}{\frac{80}{100}} = 4518.7\ W$$

$$= 4.5\ k.W$$

مثال(2-2):

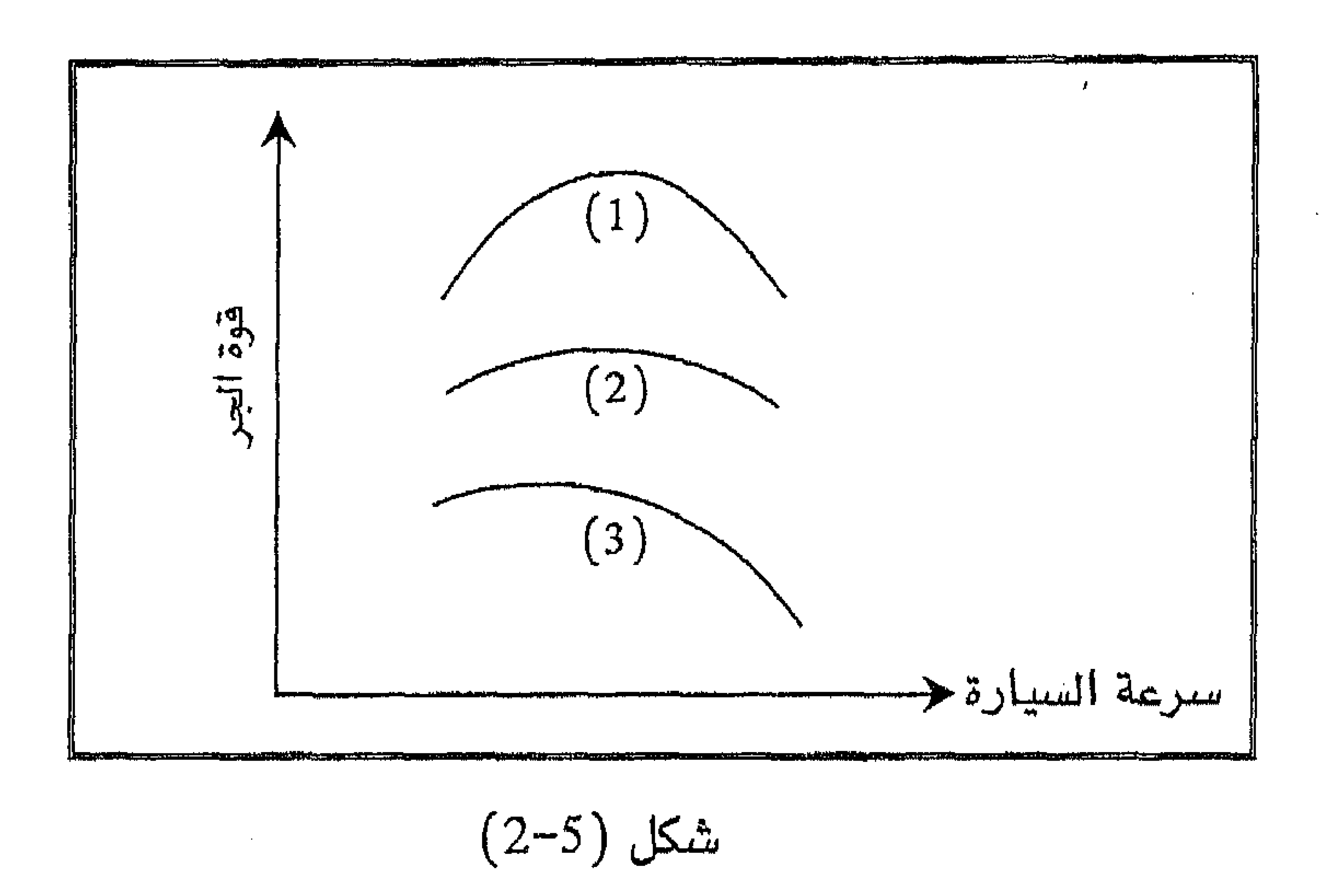
شاحنة وزنها (12.5 ton) احسب مقاومة الصعود لها عندما تسير على طريق نسبة الصعود له (6٪) احسب المقاومة التقريبية.

أ) المقاومة التقريبية F_s :

$$F_s = G \times \text{slop ratio}$$

$$= (12.5 \times 1000) \times 9.8 \times \frac{6}{100} = 7350 \text{ N}$$

$$= 7.3 \text{ K.N}$$



شكل (5-2)

الشكل (5-2) يبين منحنيات قوة الجر بالنسبة لسرعة السيارة فيمثل المنحنى (1) العلاقة بين قوة الجر للسيارة وسرعتها بالنسبة للسرعات البطيئة اما المنحنى (2) فيمثل منحني قوة الجر للسرعات المتوسطة، والمنحنى (3) يمثل منحنى قوة الجر للسرعات العالية.

2-2) جهاز التبديل (صندوق السرعة) (صندوق التروس) (Gear Box):

ان الغاية الاولى من جهاز التبديل (صندوق السرعة) هي توفير نسب سرع مختلفه (لمضاعفة العزم الناتج من المحرك) يسمح بزيادة دورات المحرك عندما تكون سرعة العجلة بطيئة حيث نستطيع الحصول على سرعة عالية للمحرك وسرعة بطيئة بالنسبة للسيارة على الطريق

يتوقف كل من قدرة وعزم دوران المحرك على سرعة الدوران الى حد كبير فالمركبة المدارة بطريقة مباشرة (بدون صندوق تروس) تكون مقدرتها على التسارع وصعود الجبال ضئيلة، ولذلك تركب صناديق تروس تغيير السرعة بين

المحرك والعجلات المداره لتعطي اكبر عدد ممكن من مجالات السرعة المتغيرة للمركبة مع الاحتفاظ بسرعة دوران المحرك عند الحد الذي يعطي اعلى قدرة له.

وتعريف صندوق التروس هوعبارة عن مجموعة من التروس والمحاور التي تقوم بنقل القدره من المحرك الى باقي اجزاء خط النقل وهو يتحكم بحركة السياره تبعاً للمقاومات التي تتعرض لها السيارة حيث ان عزم الدوران يتناسب عكسياً مع سرعة السيارة.

2-2-1) المهام الرئيسية لصندوق السرعة:

في حالة صعود السيارة مثلاً على منحدر فإن سرعة السيارة تنخفض اثناء الصعود نتيجة لزيادة المقاومة التي تواجهها وتنخفض كذلك سرعة المحرك والمحرك الذي يدور ببطء لا يستطيع ان يعطي عزم ادارة كافي للتغلب على المقاومة التي تواجهها السيارة، وهنا تبرز الحاجة الى وسيلة تمكن المحرك من الدوران بسرعة كبيرة لتوليد قدره كبيرة وبنفس الوقت الذي تدور فيه العجلات بصورة أبطأ.

وهذا يتم باستخدام صندوق الترس بتخفيض السرعة ونقل عزم اداره كبير، اما عندما تقل المقاومات التي تواجه السيارة وهذه الحالة تتوفر عند السير في الطريق المستوية وبسرعة . في هذه الحالة يمكن نقل الحركة من المحرك الى العجلات بواسطة ترس كبير السرعة وينقل عزم ادارة صغير.

وهذه هي المهام الرئيسية التي يقوم بها صندوق التروس في السيارة.

2-2-2) نسبة التروس (Gear Ratio):

عند نقل الحركة من خلال ترسين معشقين مع بعضهما فيكون احدهما هو ترس قائد وهو مصدر الحركة والآخر ترس منقاد وهو يدور مدفوعاً بدوران الترس القائد ويدور باتجاه معاكس لاتجاه حركة دوران القائد.

ويمكنٍ زيادة سرعة الدوران او انقاصها عن طريق تصغير او تكبير الترس المنقاد فمثلا اذا كان الترس القائد معروف قطره او عدد اسنانه واردنا انقاص السرعة المنقولة الى النصف ففي هذه الحالةٍ نستخدم ترس منقاد قطره يساوي ضعف قطر الترس القائد وعدد اسنانه ايضا ضعف عدد اسنانه القائد وبالعكس فإذا اردنا مضاعفه سرعة الدوران المنقوله نستخدم ترس منقاد قطره نصف قطر القائد وعدد اسنانه نصف عدد اسنان القائد، وهذا يقودنا الى تحديد مواصفه خاصة بتعشيق التروس وهي ما يسمى بنسبة التروس (Gear Ratio) .(G.R)

ويمكن تعريفها بانها نسبة سرعة دوران الترس القائد الى سرعة دوران الترس المنقاد او يمكن تعريفها على انها نسبة عدد اسنان المنقاد الى عدد اسنان القائد او يمكن تعريفها على انها نسبة قطر الترس المنقاد الى قطر الترس القائد:

$$G.R = \frac{N_1}{N_2} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{D_2}{D_1} = \frac{Z_{\text{المنقاد}}}{Z_{\text{قائد}}} \quad \text{.........(2-8)}$$

فمثلاً إذا كان عدد أسنان الترس القائد (15) سن وعدد أسنان المنقاد (60) سن، فإن نسبة التروس هي:

$$G.R = \frac{T_2}{T_1} = \frac{60}{15} = 4:1$$

فإذا علمنا ان سرعة دوران القائد هي (400 R.P.M.) فيمكن تحديد سرعة دوران الترس المنقاد من خلال معرفتنا لنسبة التروس بينهما كما يلي:

$$G.R = \frac{N_1}{N_2}$$

$$\frac{4}{1} = \frac{400}{N_2}$$

$$N_2 = \frac{400}{4} = 100 R.P.M.$$

كما يمكن معرفة قطر احدهما بمعرفة قطر الآخر باستخدام نسبة التروس ايضاً.

2-3) التروس وعزم الادارة:

يمكن القول ان الترس الصغير ينقل عزم ادارة صغير والترس الكبير ينقل عزم ادارة كبير.

ففي المثال السابق تم تخفيض السرعة المنقولة عن طريق استخدام ترس منقاد كبير ولكن بالمقابل فإن هذا الترس الكبير ينقل عزم اداره اكبر وبناء عليه فعند الحاجة الى زيادة العزم المنقول الى العجلات عند الصعود مثلاً فإننا نستخدم ترساً كبيراً بطيء الحركة.

بمعنى ان السرعة تكون في حالة تناسب عكسي مع عزم الادارة المنقولة.

وبذلك يمكن القول ان ابطأ عيار هو عيار السرعة الأولى (الأول) وهو يستخدم ترساً كبيراً وينقل اكبر عزم دوران وأقل سرعة.

أما الغيار الثاني فإنه يوفر سرعة اعلى من الأول ولكن بالمقابل يكون عزم الادارة المنقول أصغر والترس المستعمل يكون أصغر من ترس السرعة الاولى. وهكذا.

2-4) أنواع التروس المستخدمة في السياره:

تتنوع التروس في أشكالها بحسب الغرض من استخدامها في السياره ومن انواع التروس الشائعة الاستعمال في السيارات وكما موضح في الشكل (2-6) هي:

1- التروس المستقيمة (Spur Gears):

وتكون اسنانها مستقيمة متوازية وموازية تماماً لمحور الترس .

2- **التروس اللولبيه** (Helical Gears):

وتكون اسنانها مشكله على هيئة جزء من الشكل اللولبي (Helix) وتكون مائلة عن محور الترس ، وتستعمل بكثرة في صناديق التروس يمتاز هذا النوع بالحركة السلسله الهادئة مقارنه مع التروس المستقيمة التي يكون ضجيجها عالياً عند الحركة.

3- **التروس المخروطية** (Bevel Gears):

وهي تتشكل على هيئة مخروط ناقص وتستعمل هذه التروس (التروس التفاضلية)لنقل الحركة باتجاهين متعامدين وتستعمل في مجموعة النقل النهائي وترسي البنيون والكرونا.

4- **التروس الحلقية ذات الاسنان الداخلية** (Internal Gears) :

وتكون اسنانها على السطح الداخلي للحلقة، يستعمل هذا النوع في مجموعة التروس الفلكية المستخدمة في صناديق التروس الاوتوماتيكية.

5- **الجريدة المسننه**(Rack Gear):

وتكون الاسنان مشكلة على سطح مستوي مستقيم وتستخدم في بعض انظمة التوجيه بالسياره (القياده).

6- **التروس الدودية** (Worm Gears) :

ويستعمل في بعض انواع مسننات نظام التوجيه بالسياره كما يستعمل في وصلة التروس الخاصة بسلك عداد السرعة وفي ماتور المسّاحات.

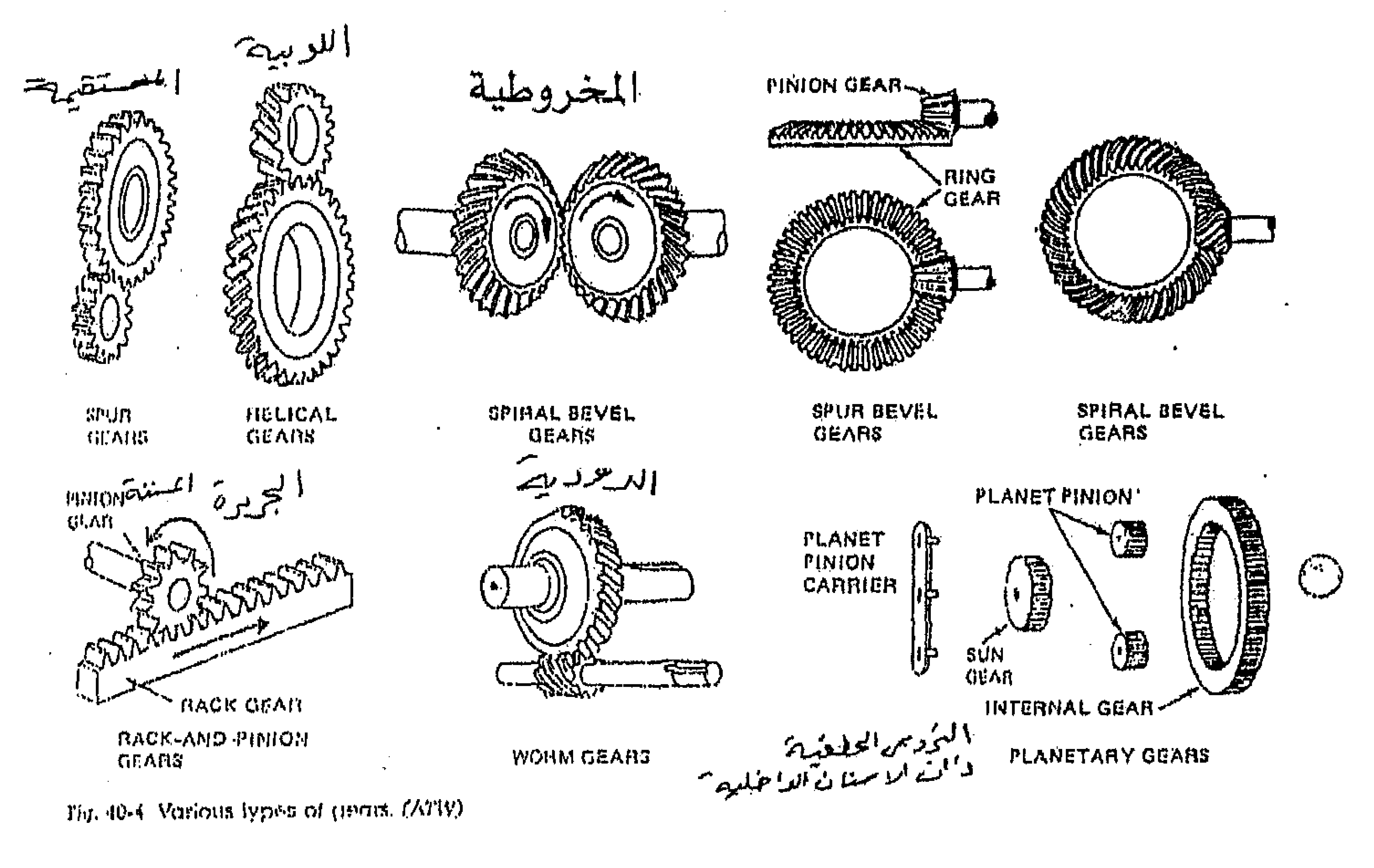


Fig. 40-4 Various types of gears.

شكل (2-6)

2-5) أنواع صناديق التروس:

تتنوع صناديق التروس بالنسبة لطبيعة عملها وتصميمها الى ما يلي:

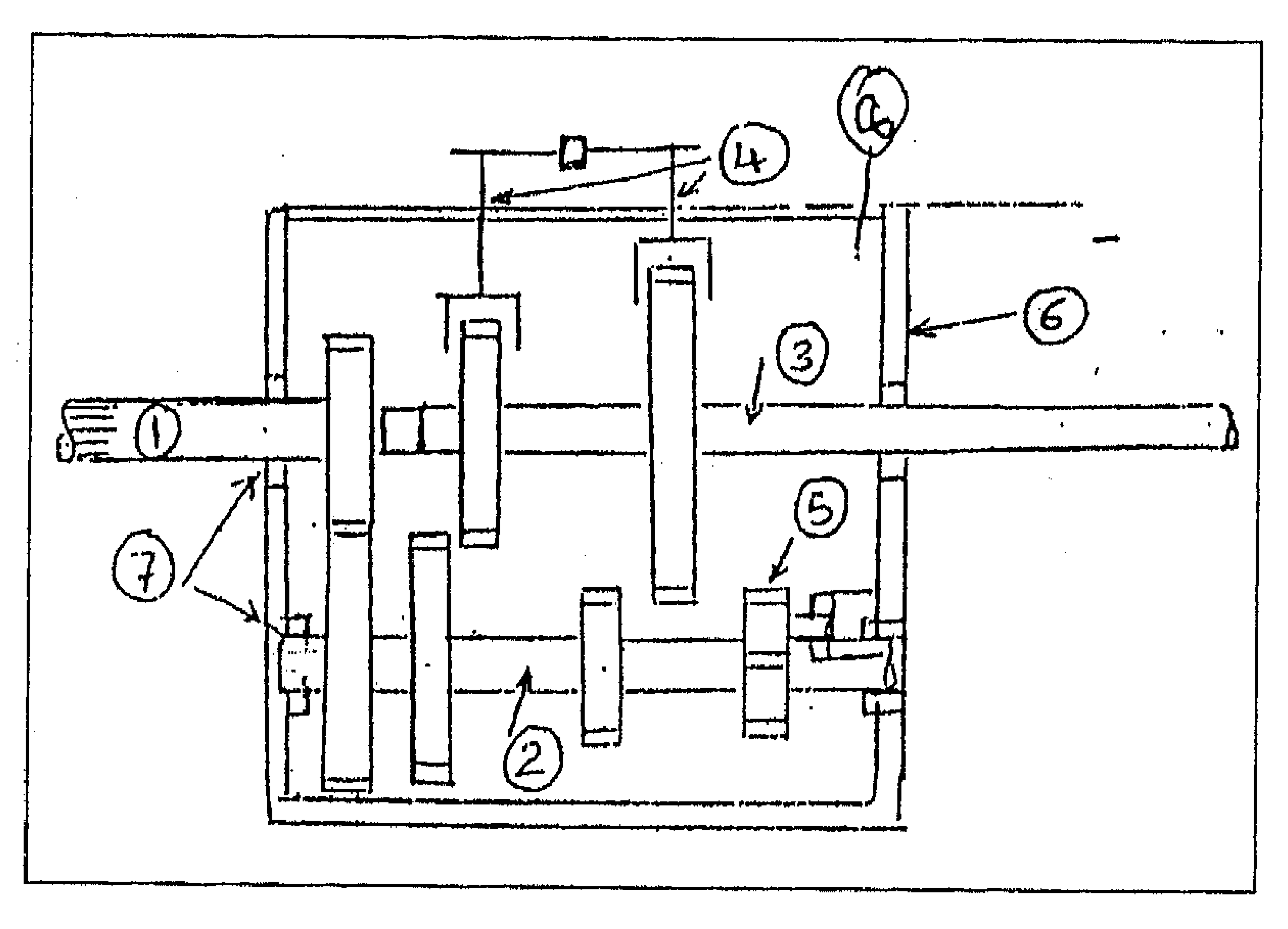
1- صناديق التروس المنزلقة (Sliding Gear Boxes)

2- صناديق تروس التعشيق التزامني (Synchromesh Gear Boxes).

3- صناديق التروس الاوتوماتيكية (Automatic Gear Boxes).

2-5-1) صناديق التروس المنزلقة:

مكونات صندوق التروس كما هو موضح بالشكل (2-7):



شكل (7-2)

1- عمود القابض (Input Shaft):

ويسمى باسم (توب الجير) كما هو موضع بالشكل (7-2) وهو العمود الذي ينقل الحركة من قرص القابض (صينية الكلاتش) المثبته على طرفه الى داخل صندوق التروس حيث انه ينتهي بترس بداخل غلاف صندوق التروس.

2- عمود النقل الوسيط (Counter Shaft) :

ويسمى ايضاً (Lay Shaft) وهو يحتوي على مجموعة من التروس المثبته تثبيتاً دائماً على عمود ويرتكز بداخل الصندوق من طرفيه على محامل خاصة وهو يتلقى الحركة من ترس عمود القابض حيث يتعشق احد تروسه معه بشكل دائم فإذا توقف عمود القابض عن الحركة يتوقف عمود النقل الوسيط عن الحركة ايضاً واذا دار عمود القابض فإنه يدور معه.

3- العمود الرئيسي (Out Put Shaft):

وهو العمود الذي ينقل الحركة من داخل صندوق التروس الى خط النقل الذي يوصل الحركة الى العجلات وتنقل الحركة الى العمود الرئيسي عن طريق

تعشيق احد تروس السرعات المختلفة المركبة عليه مع احد تروس العمود الوسيط وتتحرك التروس الخاصة بالسرعات المختلفة حركة انزلاقية فوق العمود الرئيسي لاتمام عملية التعشيق، ويرتكز العمود الرئيسي داخل صندوق التروس على محامل خاصة به.

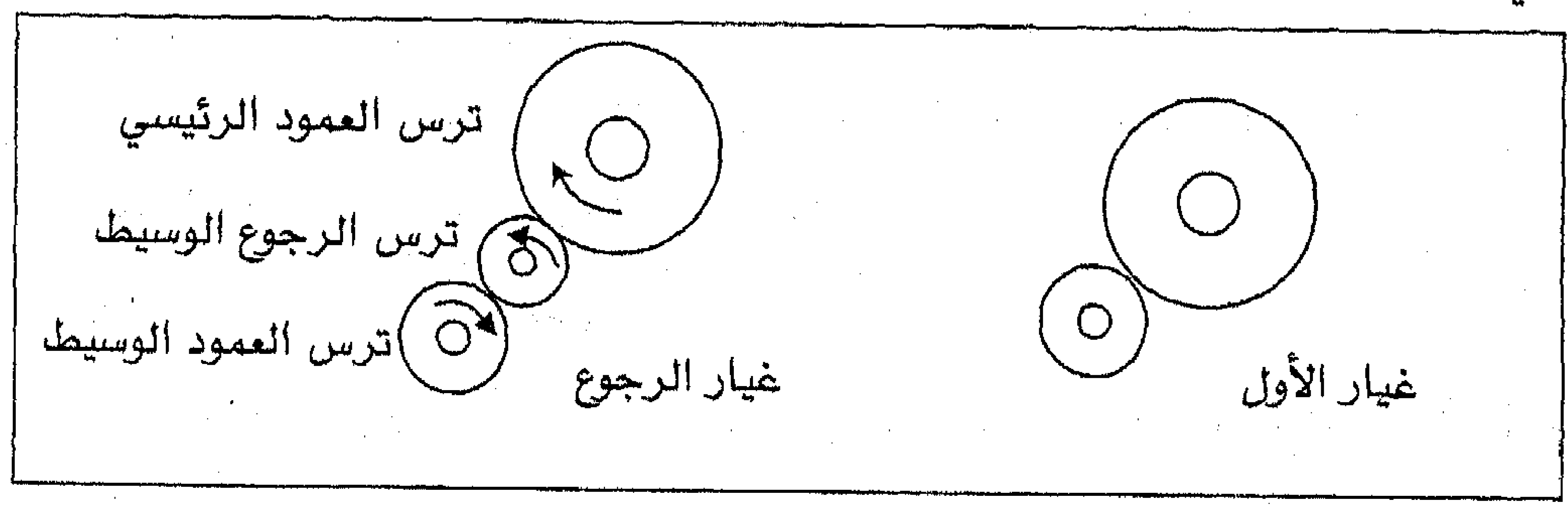
كل سرعة من السرعات (الغيارات) يوجد لها ترسين في العادة ترس على عمود النقل الوسيط وترس على العمود الرئيسي تنقل الحركة عبر صندوق التروس من العمود الداخل الى الصندوق الى العمود الخارج منه من خلال هذه التروس المذكورة.

4- اذرع ووصلات التعشيق والفصل:

وهي مجموعة اذرع يتم التحكم بغيارات السرعة بواسطتها وهي تبدأ بعصا صندوق التروس التي تبرز بجانب السائق وتنتهي بشوكات تحريك التروس المختلفة على العمود الرئيسي.

5- ترس الرجوع الوسيط (Reverse Gear):

وهو ترس خاص يتعشق مع احد تروس عمود النقل الوسيط وعندما يريد السائق ارجاع السياره الى الخلف يقوم بتعشيق الترس على العمود الرئيسي مع ترس الرجوع الوسيط فتنعكس اتجاه حركة العمود الرئيسي وتسير السيارة للخلف وهذا يكون بسبب نقل الحركة خلال ثلاثة تروس وليس خلال ترسين كما في الشكل (8-2).



شكل (8-2)

6- الغلاف (علبة التروس):

وعادة ما يتكون من الجزء الرئيسي بالإضافة الى الى الغطائين الجانبي والغطاء العلوي الذي يحوي التروس، ويحتوي الغلاف بشكل عام على فتحات الخاصة بعمود القابض والعمود الرئيسي (مدخل ومخرج) ولذلك على ركائز المحامل كما يحتوي على الفتحة الخاصة بالتعبئة (تعبئة الزيت الخاص به)ويتم تركيب وصلات واذرع نقل الغيارات في الغطاء العلوي، ويتم جمع اجزاء الغلاف باستخدام البراغي والكاسيتات التي تعمل على احكام منع التسرب بين اسطح اجزاء الغلاف.

7- المحامل وحلقات منع التسرب (Bearings & Oil Seals):

ترتكز الاعمدة المختلفة في صندوق التروس على محامل خاصة (Bearings) تثبت في جسم الغلاف كما تركب حلقات خاصة (Sealing) لمنع تسرب زيت صندوق التروس من جوانب الاعمدة الى خارج الصندوق.

8- زيت تزييت تروس السرعات:

وهو يُصب داخل صندوق التروس الى حد معين بحيث ينتقل بين اسنان التروس الدواره ويتم تزييت هذه التروس اثناء احتكاكها ببعضها ويحقق زيت صندوق التروس الاغراض التالية:

1- يحفظ التروس من التآكل نتيجة للاحتكاك.

2- يقلل من القدرة المفقودة بالاحتكاك بين اسنان التروس.

3- يحمي اجزاء صندوق التروس من الصدأ.

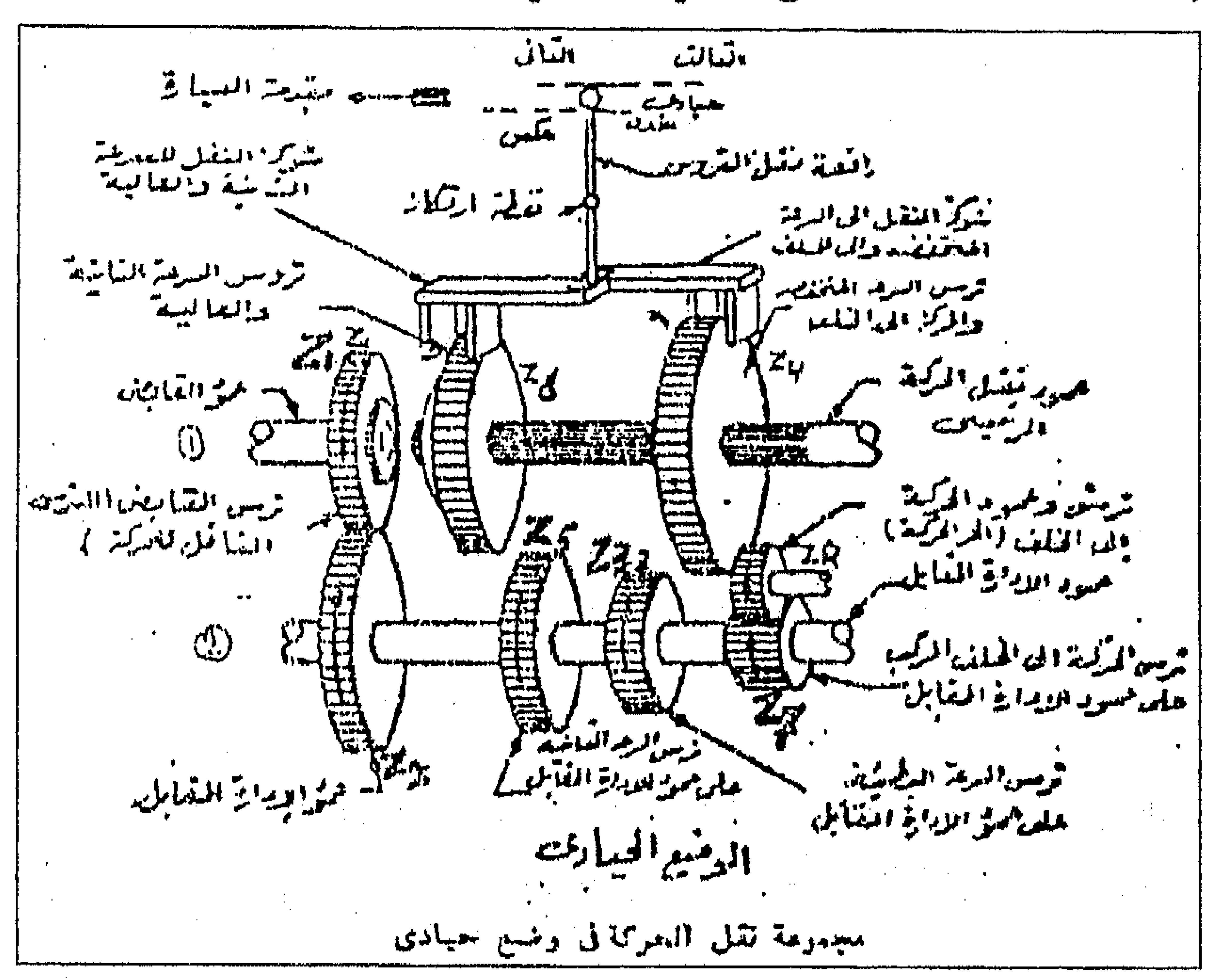
4- يعمل على تبريد تروس السرعات.

ويستعمل زيت عالي اللزوجة عادة لتزييت التروس في صناديق التروس وحسب نظام (SAE) فيكون في حدود (90-75) .

ب) مبدأ العمل:

تبين الاشكال من (2-9) إلى (2-13) الاوضاع المختلفة لتروس اثناء نقل الغيارات للسرعات المتاحة في صندوق التروس الانزلاقي.

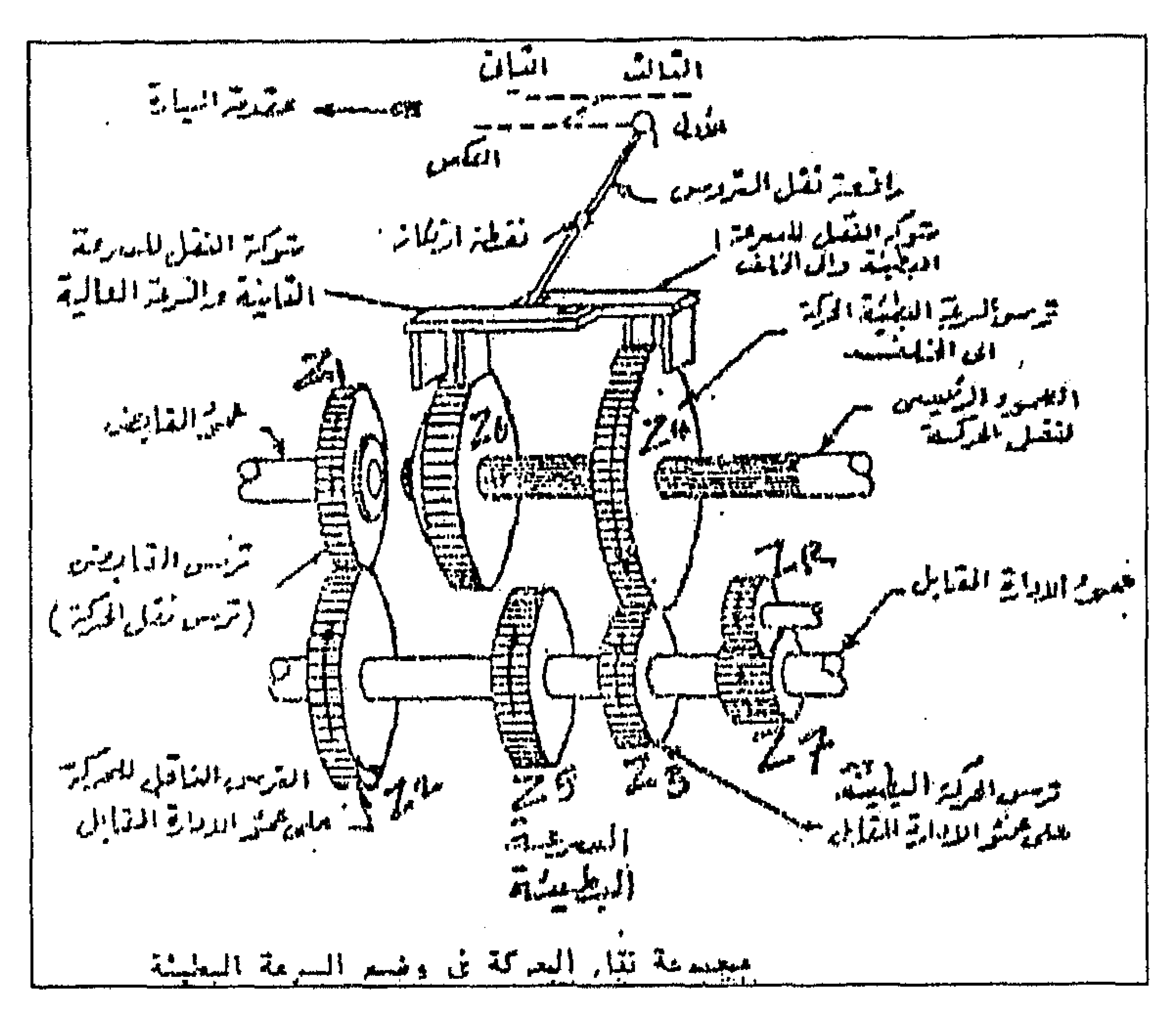
وفي هذه الاشكال نرى ان صندوق التروس به (3) غيارات للسرعة باتجاه الامام بالإضافة الى غيار الرجوع. وهي كما يلي



مجموعة نقل الحركة في وضع حيادي

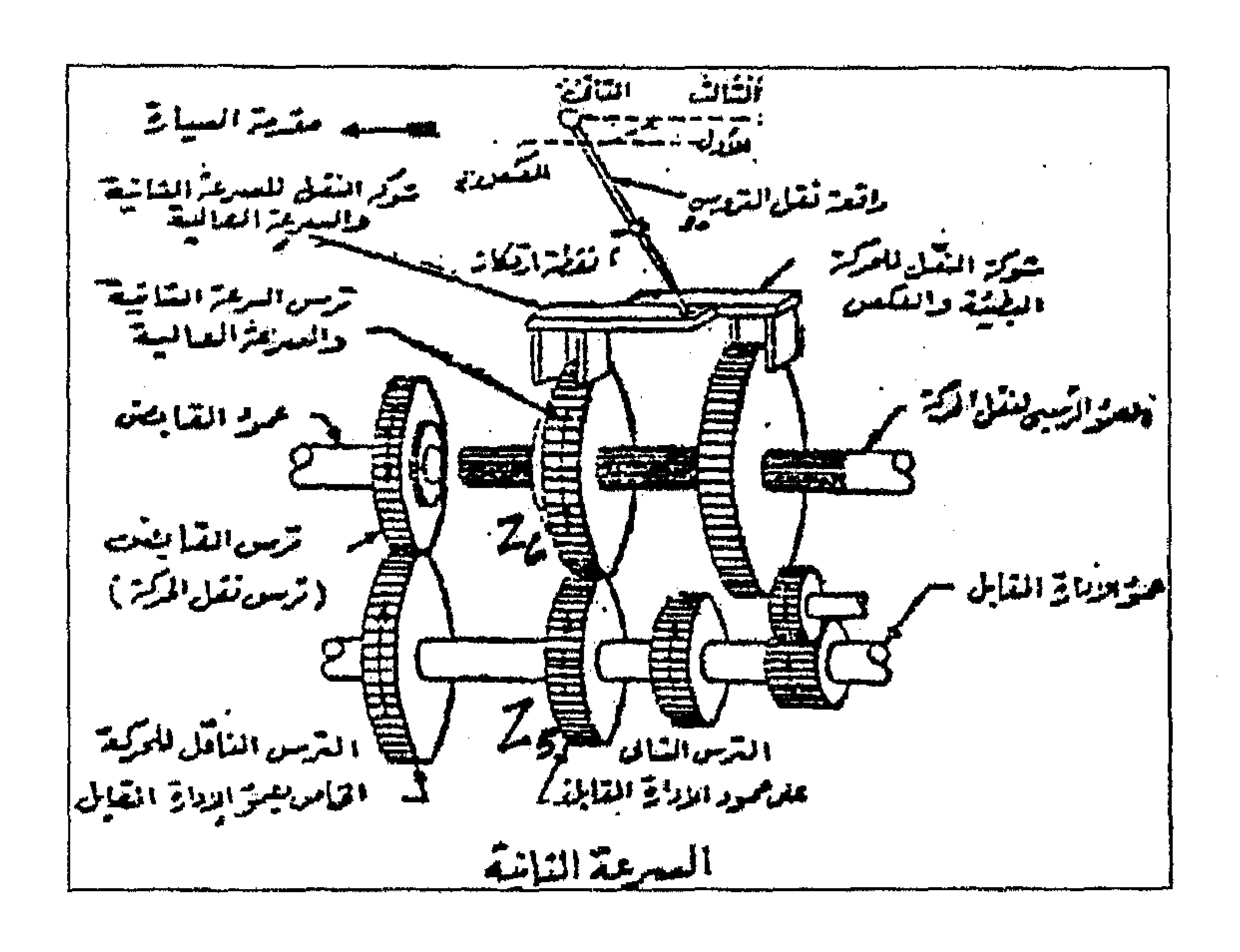
شكل (2-9) وضع الحياد (Neutral)

يمثل وضع الحياد ويظهر بوضوح اي أن من تروس العمود الرئيسي لاتتعشق مع اي من تروس العمود الوسيط،وبذلك فان الحركة لاتنتقل من العمود الوسيط الى العمود الرئيسي وفي هذا الوضع تنقل الحركة من المحرك عبر القابض الى عمود القابض ومنه الى العمود الوسيط وتنتهي عند العمود الوسيط.



شكل (10-2) غيار السرعة البطيئة (الأول)

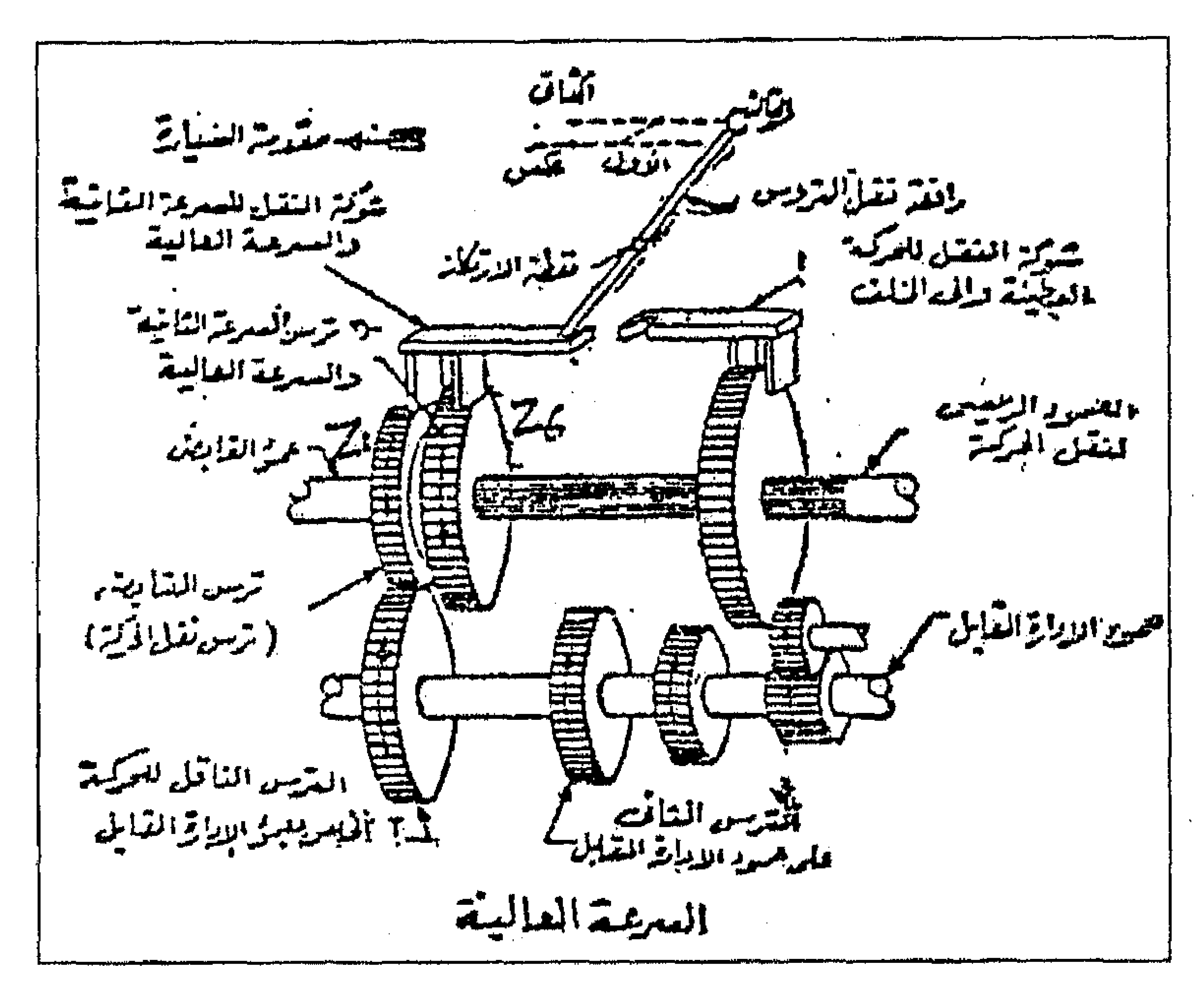
تم تحريك ذراع الغيار بحيث تم تحريك ترس السرعة الاولى على العمود الرئيسي (Z_4) انزلاقياً بواسطة الشوكة الخاصة به وتم وتعشيقه مع ترس السرعة الأولى على عمود النقل الوسيط (Z_3) وبذلك فإن الترس (Z_4) سيدور متأثراً بدوران الترس(Z_3) وبذلك سيدور العمود الرئيسي ومن الجدير بالذكر ان هذه الخطوة تتم بعد فصل حركة المحرك بواسطة القابض عن طريق الدعسه. يثبت العمود الوسيط عن الحركة لتسهيل عملية التعشيق وبعد ان يتم التعشيق ترفع القدم عن دعسة القابض فيتم الاتصال مرة اخرى وتنقل الحركة من المحرك عبر القابض الى عمود القابض ومنه الى عمود النقل الوسيط ومن خلال الترسين (Z_3) و (Z_4) تنقل الحركة الى العمود الرئيسي ومنه الى باقي خط النقل والعجلات.



شكل (11–2) غيار السرعة الثانية (الثاني)

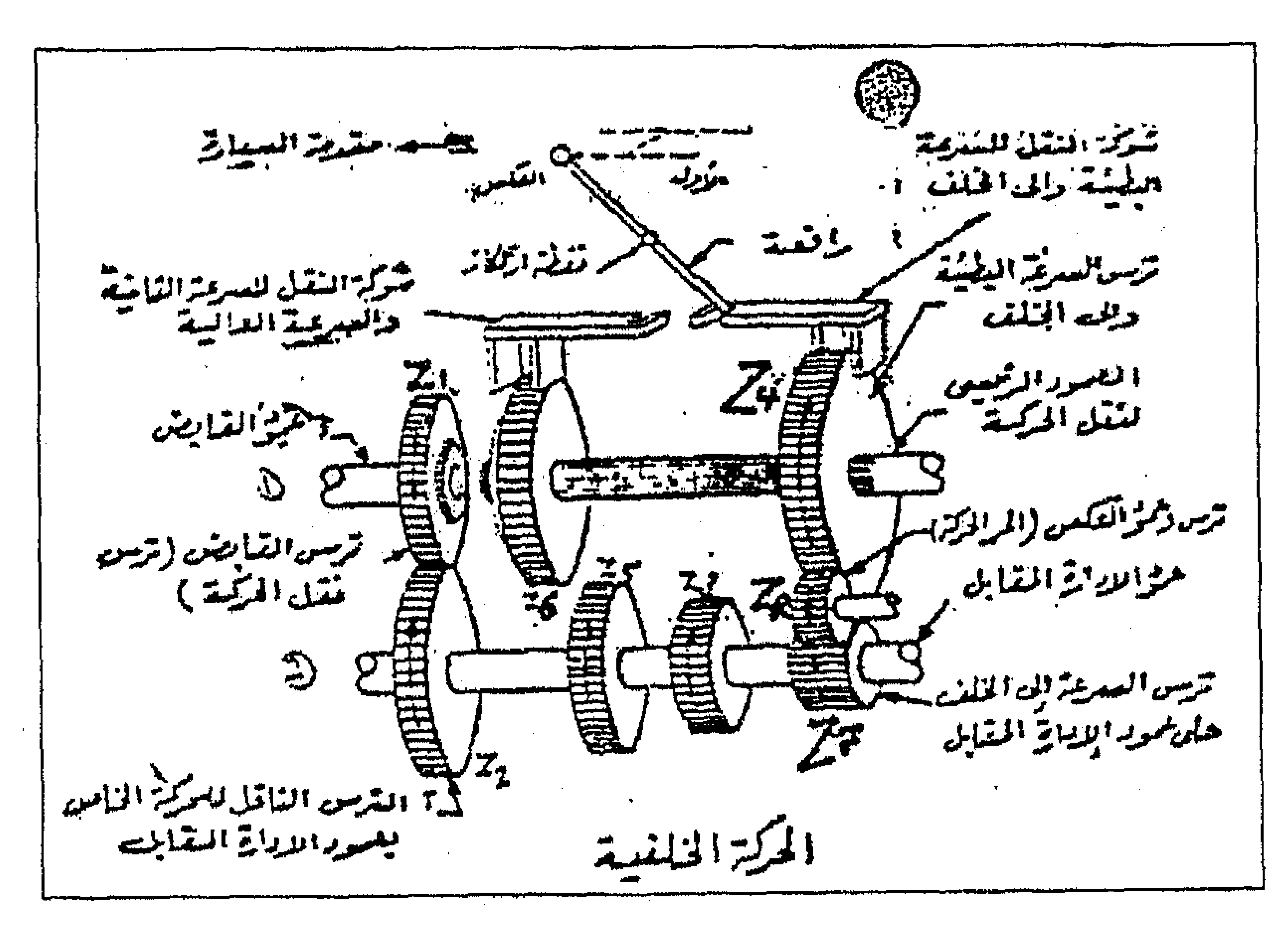
بتحريك ذراع الغيار (عصا الجير) باتجاه السرعة الثانية يتم فصل تروس السرعة الأول (Z_3),(Z_4) وبنفس الوقت يتم تعشيق ترسي السرعة الثانية وهما (Z_5) على عمود النقل الوسيط و (Z_6) على العمود الرئيسي وذلك أثناء ضغط دعسه القابض وتثبيت حركة عمود النقل الوسيط.

فتنتقل الحركة هذه المرة الى العمود الرئيسي من خلال الترسين المذكورين ونلاحظ ان نسبة التروس في غيار السرعة الثانية اقل من نسبة التروس في غيار السرعة الأولى بمعنى ان تخفيض السرعة بين المحرك والعجلات يكون اقل من التخفيض الحاصل من غيار السرعة الولى وبذلك تدور العجلات بسرعة اكبر منها في غيار السرعة الأولى .



شكل (2-12) غيار السرعة الثالثة (ثالث)

يتم تحريك ذراع الغيار بحيث ينفك تعشيق الغيار الثاني وذلك بانفكاك تعشيق الترسين (Z_6)، (Z_7) عن بعضهما ويتم تحريك الترس (Z_6) بواسطة الشوكة ليتعشق عن طريق مسننات جانبية مع ترس عمود القابض وبذلك يصبح العمود الرئيسي متصلا بشكل مباشر مع عمود القابض ويدور بنفس سرعته اي انه سيدور بنفس سرعة دوران المحرك دون ان يكون للعمود الوسيط اي دور في هذا الغيار . ومن الجدير بالذكر ان نسبة التروس في هذا الغيار تكون (1:1) وتنقل الحركة من المحرك الى العمود الرئيسي بنفس السرعة دون تخفيض $\left(\frac{N_1}{N_2}=1\right)$ (كلا الترسين بنفس السرعة الدورانية).

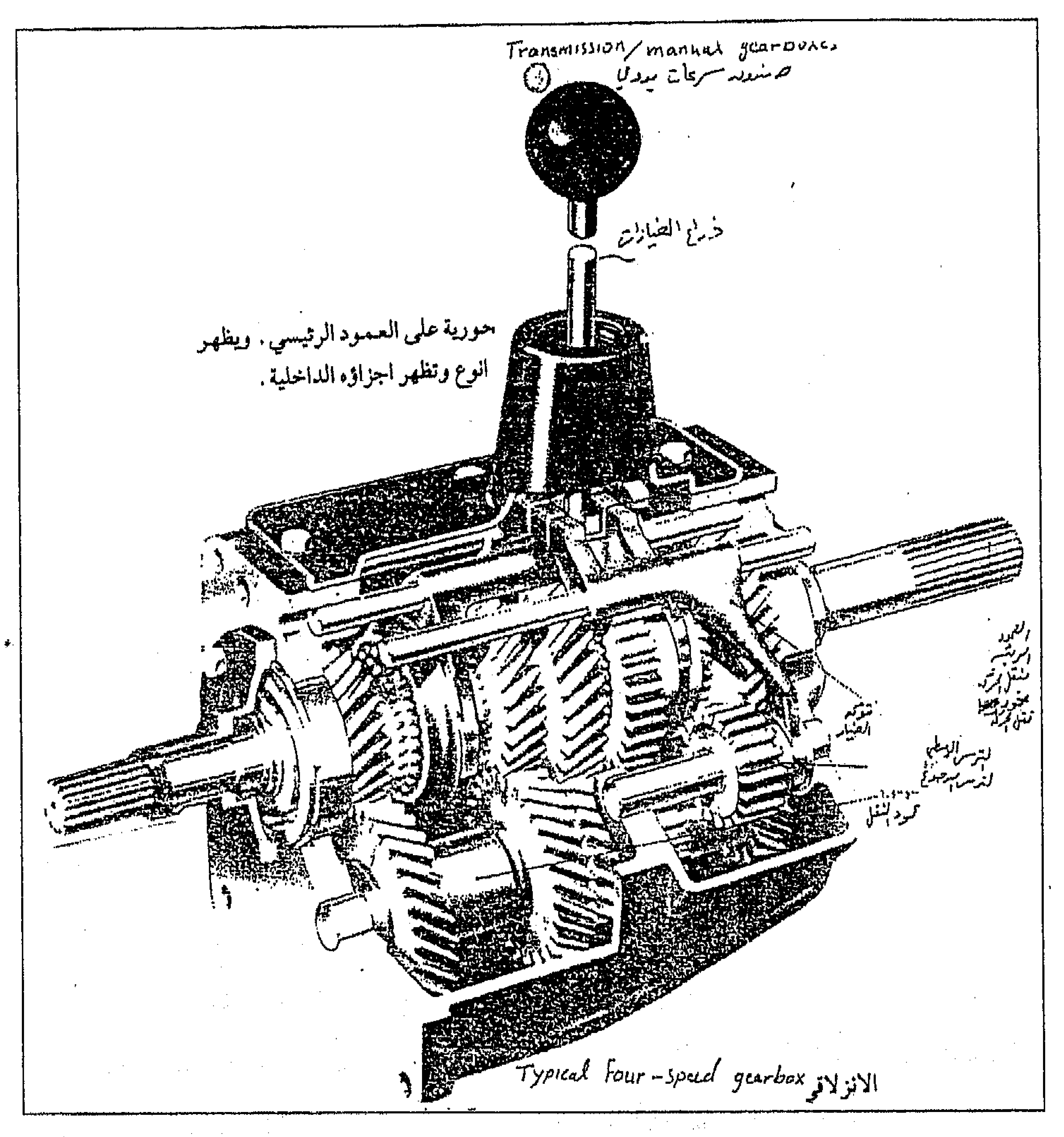


شكل (13–2) غيار الرجوع (Reverse)

لكي يتم تعشيق التروس الخاصة بحركة الرجوع تم تحريك ذراع الغيار نحو اتجاه الغيار المطلوب فتم فصل غيار السرعة الثالثة وتم تحريك الترس (Z_4) لكي يتعشق مع ترس الرجوع الوسيط (Z_R) المتعشق اصلا مع ترس الرجوع على العمود الوسيط (Z_7) وبذلك يتحرك العمود الرئيسي باتجاه دوران عكسي وتدور العجلات الى الخلف.

2-5-2) **صندوق تروس التعشيق التزامني** (Synchromesh Geas Box) :

يختلف هذا النوع من صناديق التروس عن النوع الاول وهو النوع الانزلاقي فيستعمل هذا النوع التروس الحلزونية ذات التعشيق الهادئ السلس بالاضافة الى ان التروس المركبة على العمود الرئيسي تظل في مواقع ثابتة ولايتم تحريكها محوريا بينما في الانزلاقي تتحرك التروس حركة محورية على العمود الرئيسي. ويظهر الشكل (14–2) صندوق تروس من هذا انوع وتظهر اجزاؤه الداخلية.



شكل (14-2) صندوق تروس انزلاقي

يلاحظ ما يلي :

1- يدور ترس السرعة حراً على العمود الرئيسي بمعنى انه غير مثبت على العمود الرئيسي كما في النوع الانزلاقي. وبالطبع فإن الترس يرتكز في دورانه على محمل خاص (Bearing) ليسمح له بالحركة الحرة فوق العمود الرئيسي اي بإمكان الترس الدوران لعدة دورات) للمحور الرئيسي .

2- يحتوي الترس في العمود الرئيسي على مسنن خارجي (جانبي) وحافة مخروطية السطح لغرض تعشيقه مع المزامن ولايوجد مثل هذا النظام في النوع الانزلاقي.

3- تروس السرعات على العمود الرئيسي معشق بشكل دائم مع تروس السرعات التي على عمود النقل الوسيط وتدور معها ولكونها حرة على العمود الرئيسي لاتنتقل حركتها الى العمود الرئيسي. إلا اذا تم الربط بينها وبين جهاز التعشيق التزامني (المزامن)، في حين في النوع الانزلاقي لا تكون معشقه بشكل دائم مع تروس العمود الوسيط.

أ) يتكون جهاز التزامن (Synchronier) من الاجزاء التالية:

1- حلقة التزامن الداخلية (Hub):

وهي تحتوي على تسنين داخلي وتسنين خارجي اما التسنين الداخلي فهو لتثبيتها على العمود الرئيسي. وأما التسنين الخارجي فهو لتثبيتها مع الجلبه الخارجية للجهاز، كما تحتوي الحلقة الداخلية ايضا على سطحين مخروطين داخليين.

2- جلبة المزامن الخارجية (Sychronizes sleeve) :

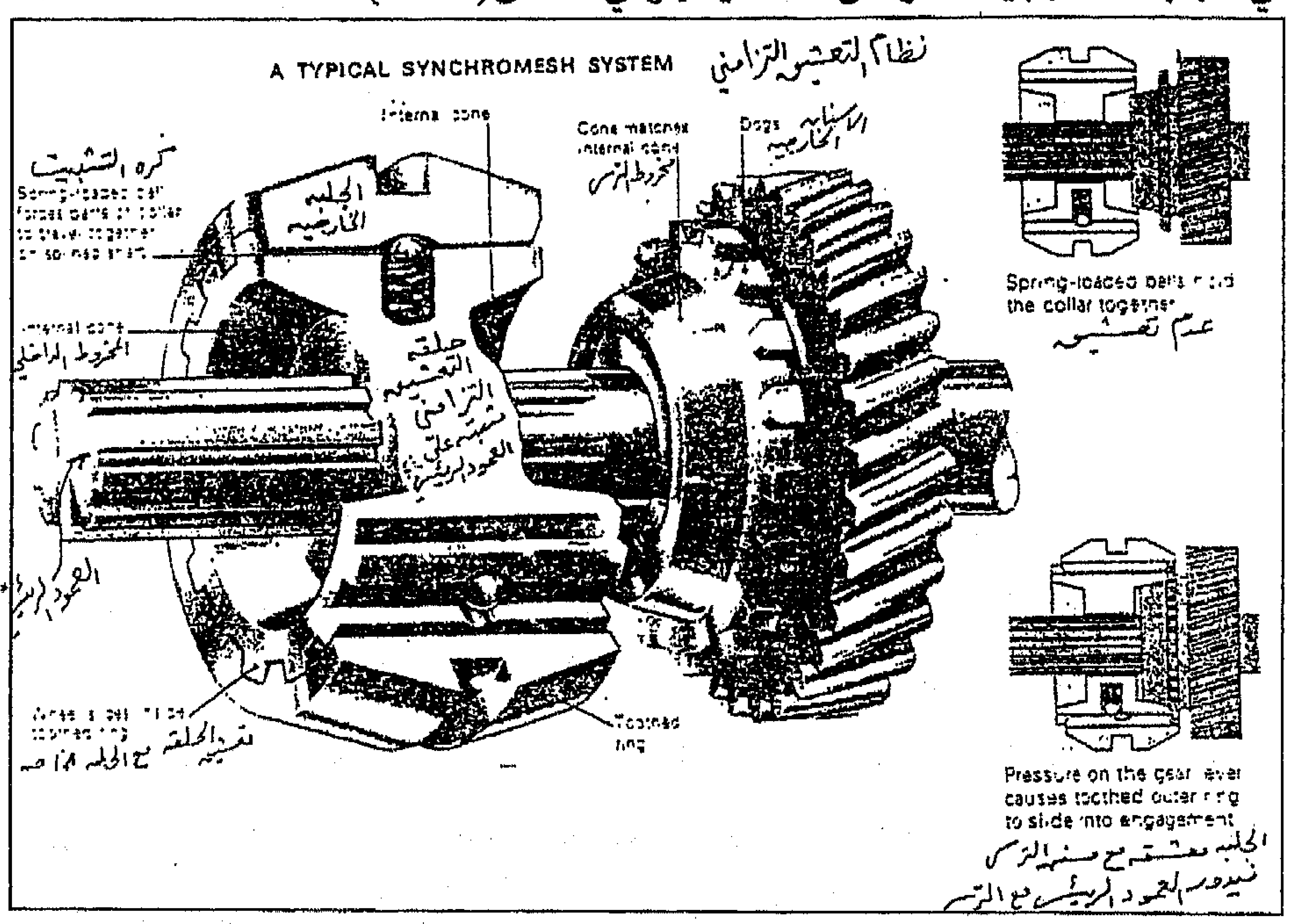
وهي تحيط بالحلقة الداخلية وهي تحتوي على اسنان داخلية تتعشق بشكل دائم مع اسنان الحلقة كما يظهر بالشكل ويمكن للجلبة الخارجية ان تتحرك حركة محورية انزلاقية محدوده فوق الحلقة الداخلية إما الى اليمين او الى اليسار حسب المطلوب.

3- الكرات المانعة (كرات التثبيت):

تحتوي الحلقة الداخلية على ثقوب تحتوي على كرات من الصلب مضغوطه الى مجرى في السطح الداخلي للجلبة بواسطة زمبرك. وهذه الكرات تعمل كوسيلة ربط لكي تمنع الحركة الانزلاقية للجلبة فوق الحلقة الا عند التعشيق

فقط.

فعندما نريد تعشيق احد الغيارات نحـرك ذراع الغيـار بالاتجـاه المحـدد فتتحرك شوكة الغيار (Shift Fork) والتي تتواجد بشكل دائم حول المجرى المفتوح في الجلبة الخارجية للمزامن . كما يظهر في الشكل(15-2).



شكل (15-2)

ب) مبدأ عمل المزامن:

1- تدفع الشوكة المرتبطة بذراع غيار السرعة جلبة المزامن فيتحرك المزامن كله (الجلبة الخارجية + الحلقة الداخلية) باتجاه الترس المطلوب فوق العمود الرئيسي .

الى أن تتحرك الحلقة الداخلية للمزامن مع الجلبة الخارجية بفعل كرات التثبيت. الى ان يدخل مخروط الترس في المخروط الداخلي لحلقة المزامن فيلتصق السطحان المخروطيان ما يجعل المزامن يدور مع دوران ترس السرعة وبنفس سرعته وهذا يتم بالطبع اثناء ضغط دعسه الكلاتش (القابض) (وهذا

ما يسمى بعملية التزامن اي جعل العمود الرئيسي يدور بنفس سرعة ترس السرعة) باستمرار الدفع لذراع الغيار تعمل الشوكة على دفع الجلبة الخارجية للمزامن بقوة فتنضغط كرات التثبيت داخل ثقوبها ضد الزمبرك فتنزلق الجلبة الخارجية وتتعشق مع المسنن الجانبي لترس السرعة ويتم التعشيق بشكل سلس وهادئ وبدون اي مشاكل.

وعادة يعمل المزامن الواحد بين ترسين للسرعة داخل صندوق التروس، يصمم صندوق التروس تصميماً آخر للمزامن حيث تُستعمل وسيلة لضمان التعشيق السلس الهادئ وذلك باستعمال حلقة مسننة جانبية خاصة بالمزامن ولقم مانعة تمنع تعشيق جلبة المزامن مع مسنن ترس السرعة الا بعد حصول حالة التزامن التام بين الترس والمزامن لضمان عدم اصطكاك المسننات.

تُظهر الاشكال من (2-16) إلى (2-20) أوضاع الغيارات المختلفة لصندوق تروس تزامني له ثلاث سرعات امامية بالاضافة الى الرجوع.

ففي شكل (2-16) يظهر ان تروس العمود الرئيسي معشق بشكل دائم مع تروس العمود الوسيط وتدور معها الا ان الحركة لاتنتقل الى العمود الرئيسي بسبب ان اي من المزامنين المستعملين لم يتم تعشيقه مع اي ترس من تروس السرعة. وبذلك فهذا الشكل يمثل وضع الحياد (Nutral).

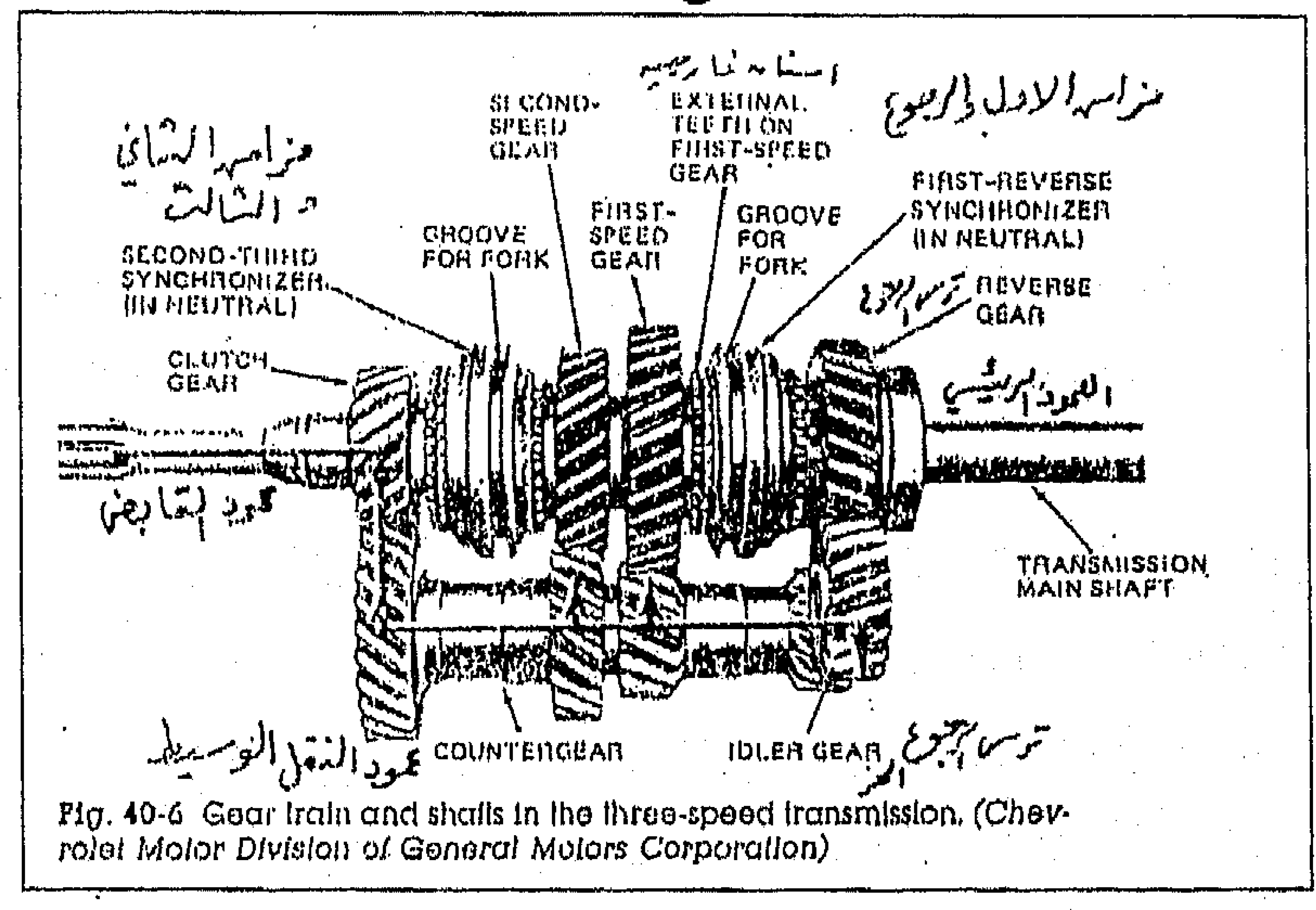


Fig. 40-6 Gear train and shafts in the three-speed transmission. (Chevrolet Motor Division of General Motors Corporation)

شكل رقم (2-16)

شكل (2-17) غيار السرعة الاولى ثم دفع جلبة المزامن لتتعشق مع مسنن ترس السرعة الاولى على العمود الرئيسي ويظهر بالشكل كيف ان جلبة المزامن الايمن ملتصقة بترس السرعة الاولى الكبير ويمكن ملاحظة الفرق بالمقارنة مع الشكل (2-16).

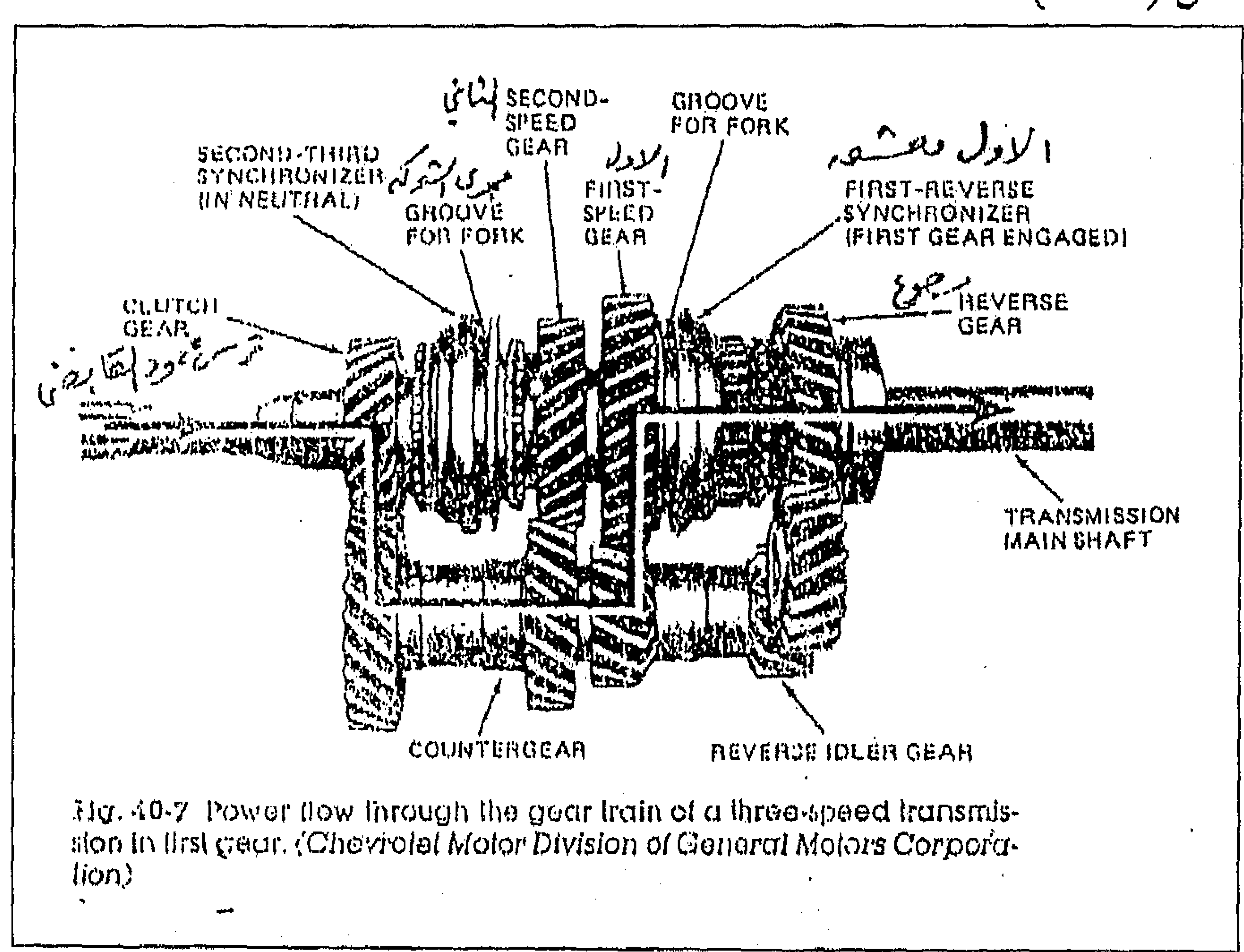


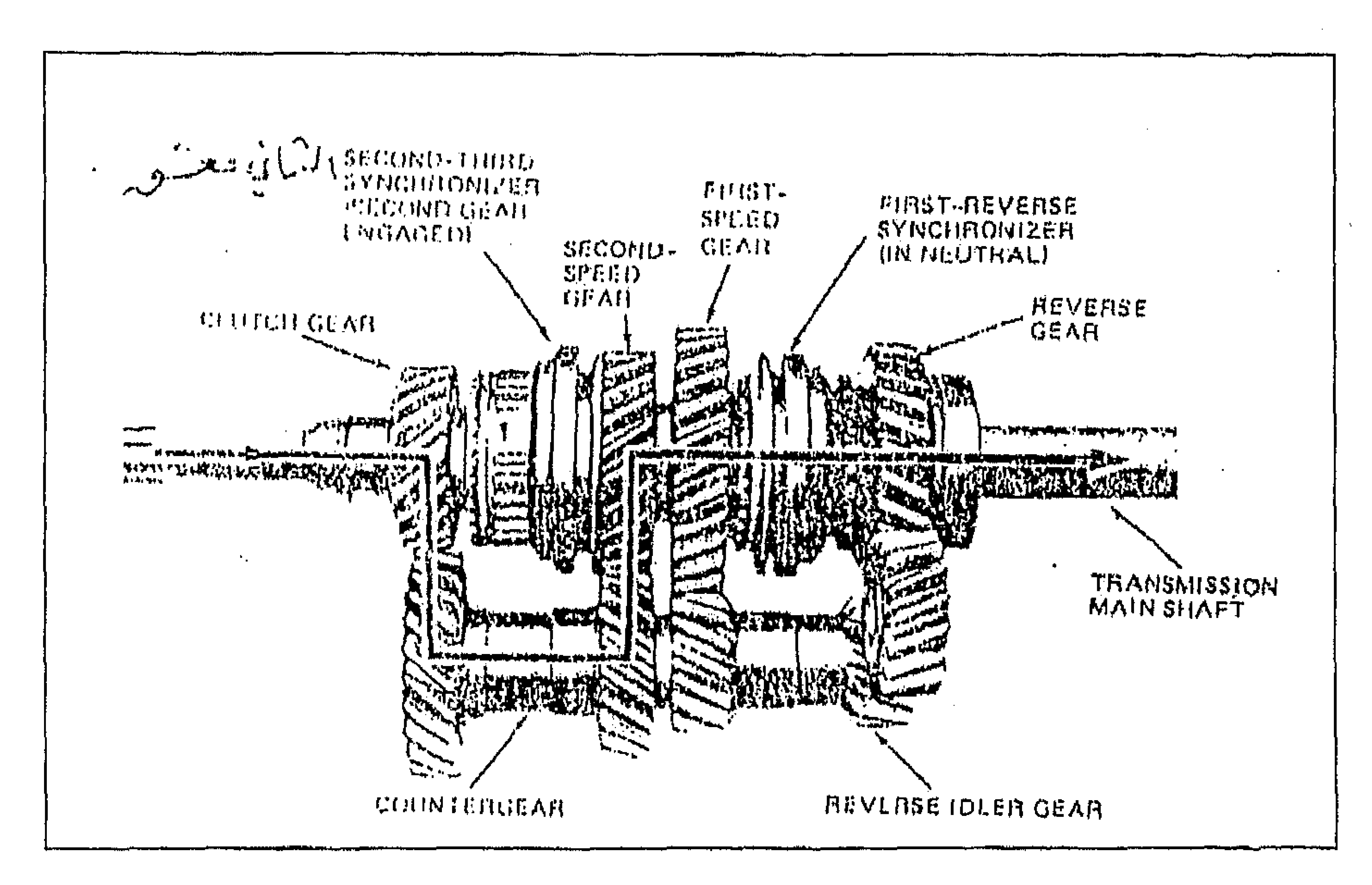
Fig. 40-7 Power flow through the gear train of a three-speed transmission in first gear. (Chevrolet Motor Division of General Motors Corporation)

شكل (2-17)

ويظهر السهم اتجاه النقل وخط سير الحركة عبر التروس من عمود القابض الى العمود الوسيط ثم الى العمود الرئيسي.

شكل (2-18) غيار السرعة الثانية.

ثم فك الغيار السابق وعاد المزامن الايمن الى وضعه الاصلي ثم تحريك المزامن الايسر وتعشقت جلبته مع ترس السرعة الثانية علي العمود الرئيسي ويلاحظ خط سير الحركة عبر التروس.



شكل (2-18)

شكل (2-19) غيار السرعة الثالثة.

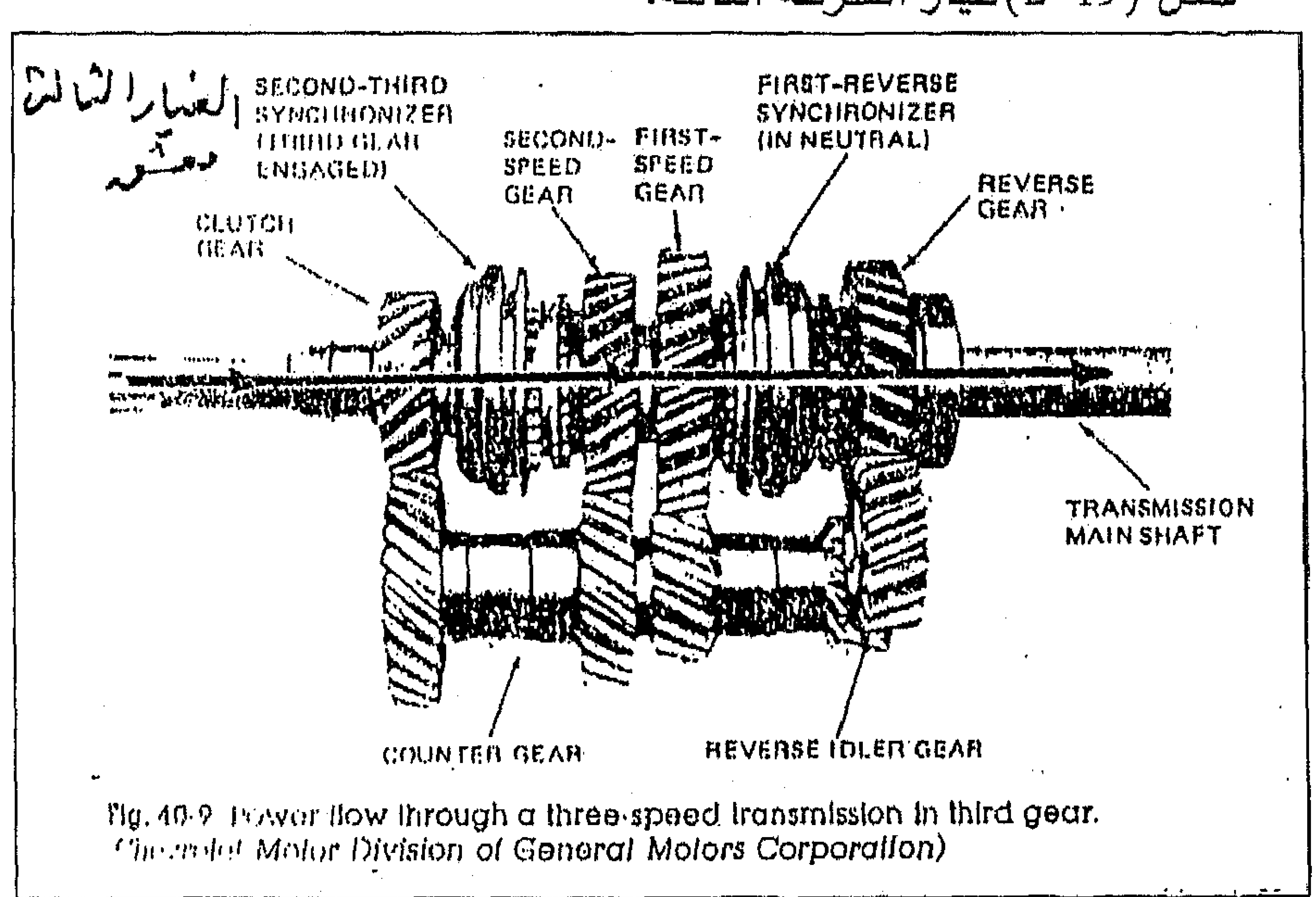


Fig. 40-9 Power flow through a three-speed transmission in third gear. (Chevrolet Motor Division of General Motors Corporation)

شكل (2-19)

يلاحظ بالشكل ان جلبة المزامن الايسر قد دفعت يساراً لكي تتعشق مع

ترس القابض مباشرة وبذلك فقد تم ربط العمود الرئيسي مباشرة مع عمود القابض دون المرور بالعمود الوسيط، وبذلك يدور العمود الرئيسي بنفس سرعة دوران المحرك.

شكل (2-20) غيار الرجوع (Reverse) .

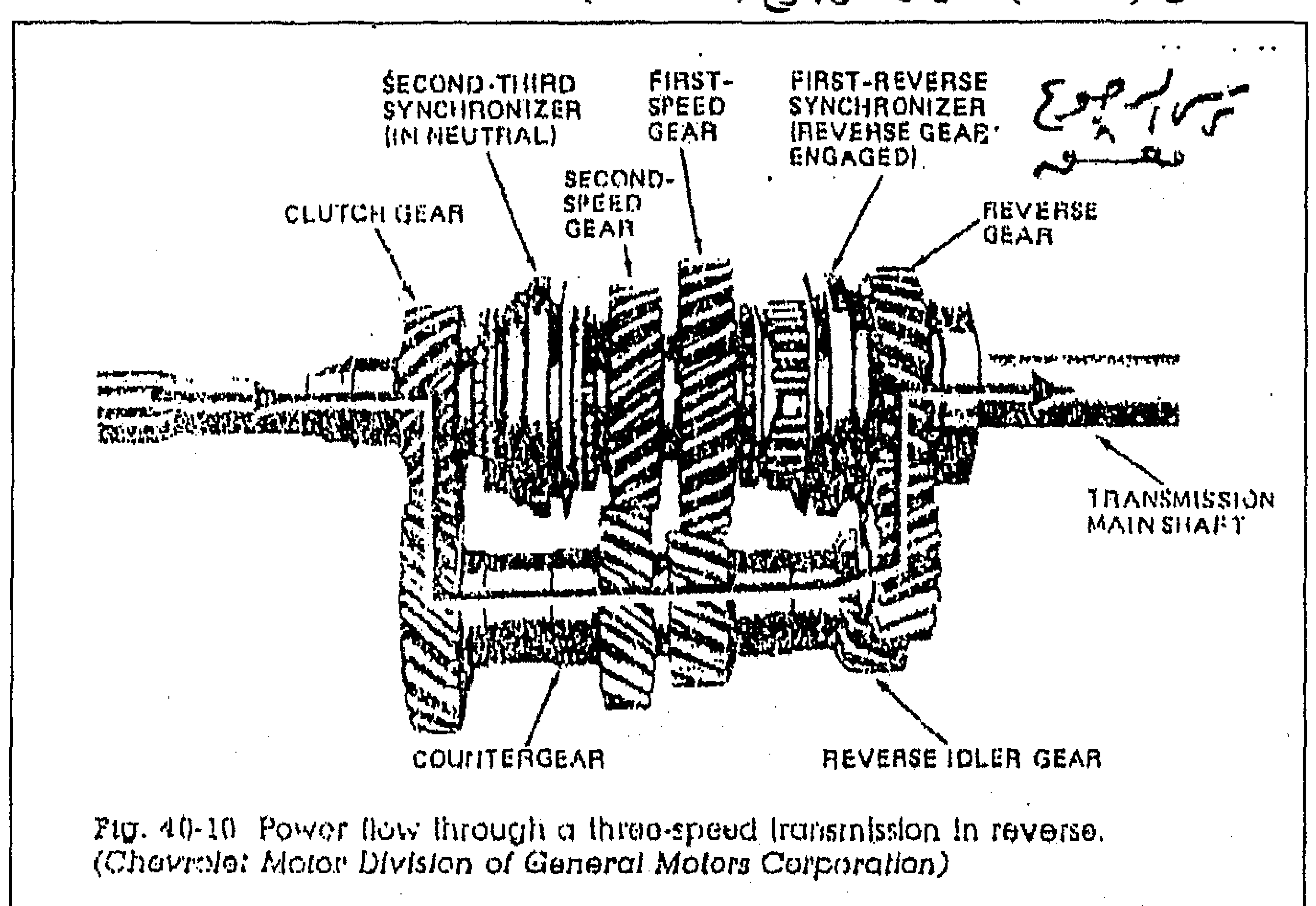


Fig. 40-10 Power flow through a three-speed transmission in reverse. *(Chevrolet Motor Division of General Motors Corporation)*

شكل (2-20)

يلاحظ في هذا الشكل ان هناك ترس خاص بالرجوع على العمود الرئيسي وهو معشق دائماً مع ترس الرجوع الوسيط وترس الرجوع الوسيط معشق دائماً مع ترس الرجوع على العمود الوسيط.

وترى هذه المجموعة اقصى اليمين على الشكل، حيث تم دفع جلبة المزامن الايمن نحو اليمين وتعشقت مع مسنن ترس الرجوع على العمود الرئيسي فتم ربطه مع العمود الرئيسي ويرى بالشكل خط سير الحركة.

ومن الجدير بالذكر انه قد يستخدم ترس السرعة الاولى نفسه في غيار الرجوع في بعض صناديق التروس وذلك باستعمال طريقة التروس المنزلقة

لتعشيق ترس الرجوع الوسيط عند وضع غيار الرجوع.

في الشكل (2-21) صندوق تروس لسيارة ذات دفع أمامي حيث لا يكون هناك عمود نقل (Drive - Shaft) كالمستعمل في الدفع الخلفي ويرتبط صندوق التروس مباشرة مع مجموعة النقل النهائى كما يظهر في الشكل (2-22) الغيارات الاربعة وكذلك الرجوع في صندوق تروس دفع امامي.

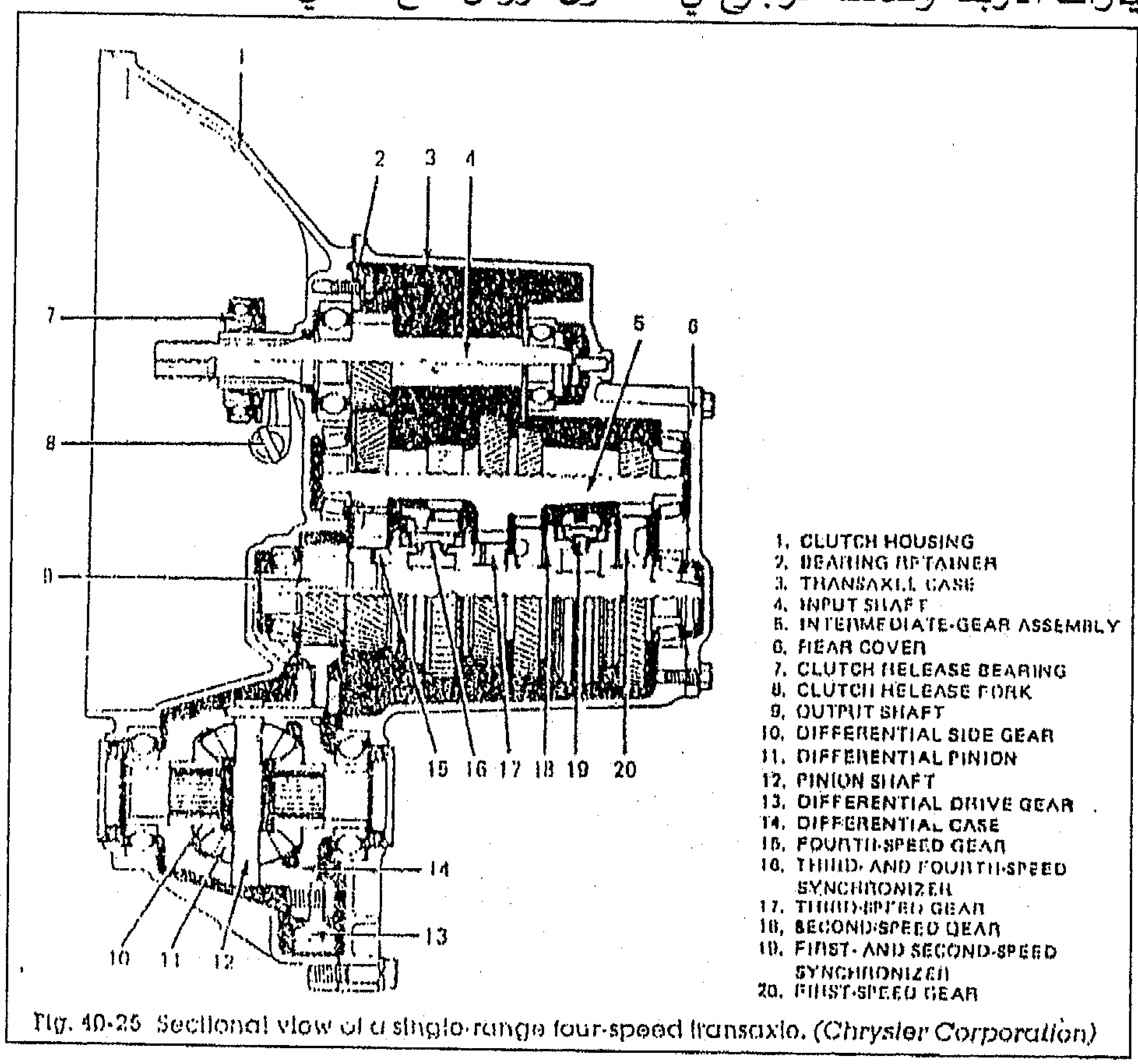
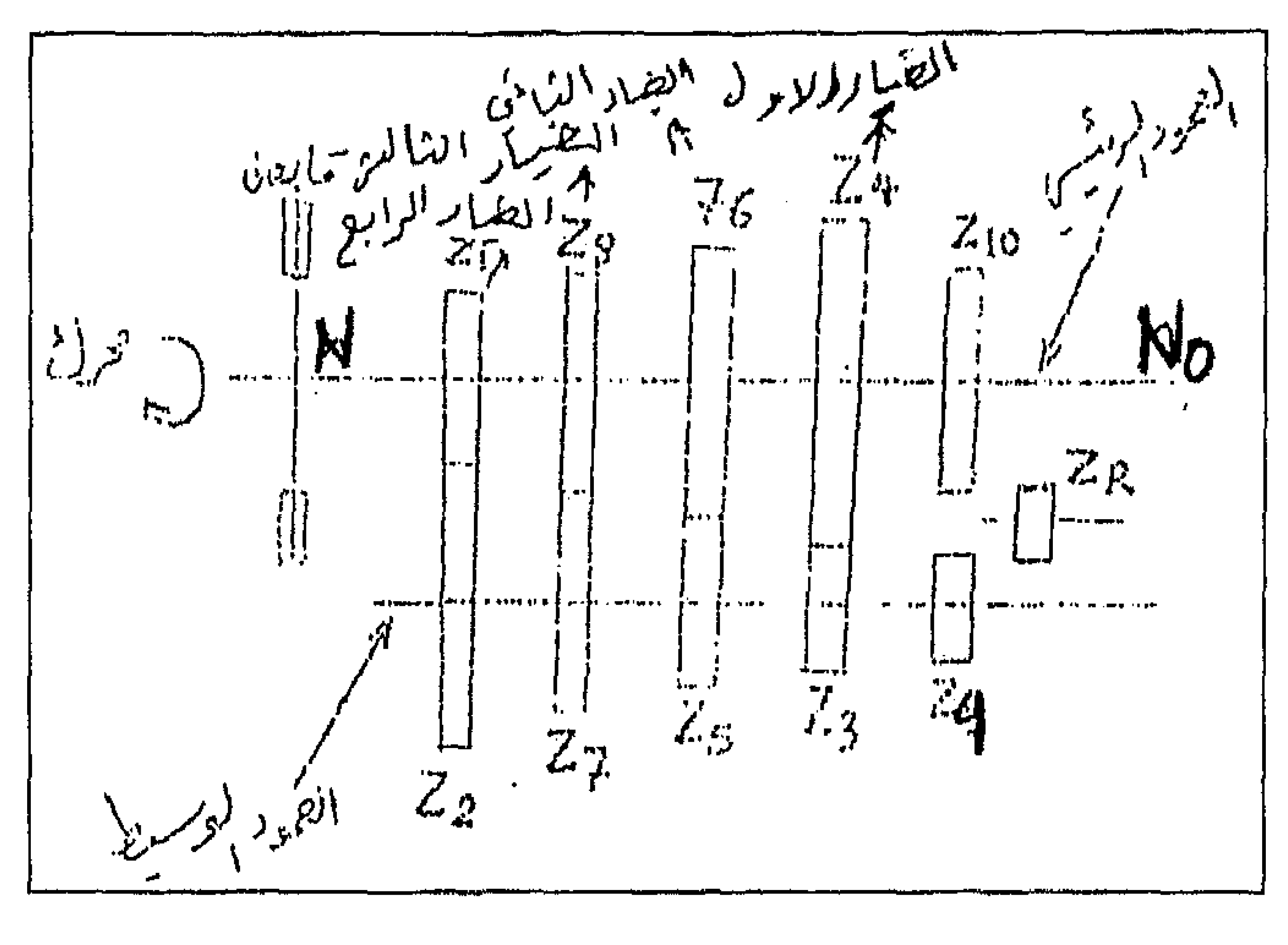


Fig. 40-25 Sectional view of a single-range four-speed transaxle. *(Chrysler Corporation)*

صندوق تروس (4) سرعات دفع أمامي

شكل (2-21)



شكل (2-22)

6-2) حساب نسب النقل بصندوق التروس لتحويل عزم الدوران تغيير سرعة الدوران:

يتم تغيير عزم دوران المحرك (T) وسرعة دورانه (N) لكي يتناسب مع جميع ظروف قياده السياره ويتم هذا التغيير كما اسلفنا باستخدام نسب مراحل النقل (نسب التروس) للغيارات المختلفة، حيث أن:

G.R : هي نسبة النقل عبر صندوق التروس

$G.R_1$: هي نسبة نقل السرعة الاولى

$G.R_2$: هي نسبة نقل السرعة الثانية

$G.R_3$: هي نسبة نقل السرعة الثالثة.

$G.R_4$: هي نسبة نقل السرعة الرابعة.

G.R.R :هي نسبة نقل الرجوع.

N :سرعة دوران المحرك.

N_o :سـرعة دوران العمـود الرئيسـي وهـي تعتبـر نفسـها سـرعة دوران مجموعة نقل الحركة .

Z_1,Z_2 : هـي عـدد اسـنان تـروس المناولـه (التعشـيقه الوسـيطه) وهي تتمثل في ترس القـابض (Z_1) والـترس المعشـق معـه من العمود الوسيط (Z_2).

من (Z_3)إلى (Z_{10}) : هـي تـروس (عـدد اسـنان تـروس التغـير) للسـرعات المختلفة.

To : عـزم الـدوران عنـد مخـرج صنـدوق الـتروس (عنـد نهايـة العمود الرئيسي).

T : عزم دوران المحرك .

في الشـكل (22-2) يمثـل تـروس السـرعات في صنـدوق تـروس لـه (4) سرعات امامية بالإضافة الى الرجوع موزعه كما يلي:

Z_3,Z_4 : هما تروس السرعة الاولى

Z_5,Z_6: هما تروس السرعة الثانية.

Z_7,Z_8 : هما تروس السرعة الثالثة.

اما السـرعة الرابعة فهي غيار مباشر اي تتم بـين العمـود الرئيسـي وتـرس عمود القابض (Z_1) مباشرة [تعشيق Z_8 مع Z_1 مباشرة] (Z_R,Z_9,Z_{10}) هي تروس سرعة الرجوع

$$GR = \frac{N}{N_o} = \frac{T_o}{T} \quad \text{.........(2-9)}$$

$$\text{نسبة النقل في صندوق التروس} = \frac{\text{سرعة دوران المحرك}}{\text{سرعة دوران العمود الرئيسي}} = \frac{\text{عزم دوران الخارج من الصندوق}}{\text{عزم الدوران المحرك}}$$

$$GR_1 = \frac{Z_2}{Z_1} \times \frac{Z_4}{Z_3} \quad ....(2\text{-}10)$$

$$GR_2 = \frac{Z_2}{Z_1} \times \frac{Z_6}{Z_5} \quad ....(2\text{-}11)$$

$$GR_3 = \frac{Z_2}{Z_1} \times \frac{Z_8}{Z_7} \quad ....(2\text{-}12)$$

نقل مباشر $GR_4 = 1:1$

$$GR_R = \frac{Z_2}{Z_1} \times \frac{Z_{10}}{Z_9} \quad ....(2\text{-}13)$$

مثال(3-2) :

تسير سيارة على السرعة الثانية وكان المحرك يدور بسرعة (3200R.P.M.) وعزم دورانه (T= 120 N.m) فإذا كان عدد اسنان تروس المناولة كما يلي:

(Z_1): ترس عمود القابض (25) سن

(Z_2): ترس العمود الوسيط المعشق مع ترس القابض (40) سن، اما تروس السرعة الثانية فهي كما يلي.

(Z_5): ترس السرعة الثانية على العمود الوسيط (25) سن.

(Z_6): ترس السرعة الثانية على العمود الرئيسي (40) سن احسب ما يلي:

1- نسبة النقل في غيار السرعة الثانية.

2- سرعة دوران العمود الرئيسي عند نفس نسبة النقل.

3- عزم الدوران عند مخرج صندوق التروس.

الحل:

$$1)\ GR_2 = \frac{Z_2}{Z_1} \times \frac{Z_6}{Z_5}$$

$$= \frac{40}{25} = \frac{40}{25} = 2.56:1$$

$$2)\ GR_2 = \frac{N}{N_o}$$

$$2.56 = \frac{3200}{N_o}$$

$$\frac{3200}{2.56} = N_o = 1250 R.P.M.$$

$$3)\ G.R = \frac{T_o}{T}$$

$$2.56 = \frac{T_o}{120}$$

$$T_o = 120 \times 2.56 = 307.2\ N.m$$

مثال(2-4) :

سيارة تنزل منحدراً على غيار السرعة الثانية حيث كانت نسبة النقل في صندوق التروس هي (2.025:1) وكانت سرعة الدوران المنقولة من العمود الرئيسي الى مجموعة نقل الحركة هي (2100R.P.M.) احسب سرعة دوران المحرك.

الحل:

$$G.R = \frac{N}{N_o}$$

$$2.025 = \frac{N}{2100}$$

$$N = 4252. R.P.M.$$

مثال (2-5):

يبلغ عزم الدوران عند مخرج صندوق تروس ذو اربعة سرعات القيم التالية:

في السرعة الاولى ($T_o = 425.6$ N.m).

في السرعة الثانية ($T_o = 235.2$ N.m).

في السرعة الثالثة ($T_o = 145.6$ N.m).

في السرعة الرابعة ($T_o = 100.8$ N.m).

- احسب ما يلي:

1- نسبة النقل للسرعات المذكور (الغيارات الاربعة) اذا كان عزم دوران المحرك (112 N.m).

2- سرعة دوران العمود الرئيسي خلال الغيارات الاربعة.

اذا علمت ان سرعة دوران المحرك عند العزم المذكور هي (2000R.P.M.).

1) $G.R = \frac{To}{T}$

$$G.R_1 = \frac{425.61}{112} = 3.8:1$$

$$G.R_2 = \frac{235.2}{112} = 2.1:1$$

$$G.R_3 = \frac{145.6}{112} = 1.3:1$$

$$G.R_4 = \frac{100}{112} = 0.9:1$$

2) $G.R = \frac{N}{N_o}$

$$N_o = \frac{N}{GR}$$

$$No_1 = \frac{2000}{3.8} = 526.31 R.P.M$$

$$No_2 = \frac{2000}{2.1} = 652.38 R.P.M$$

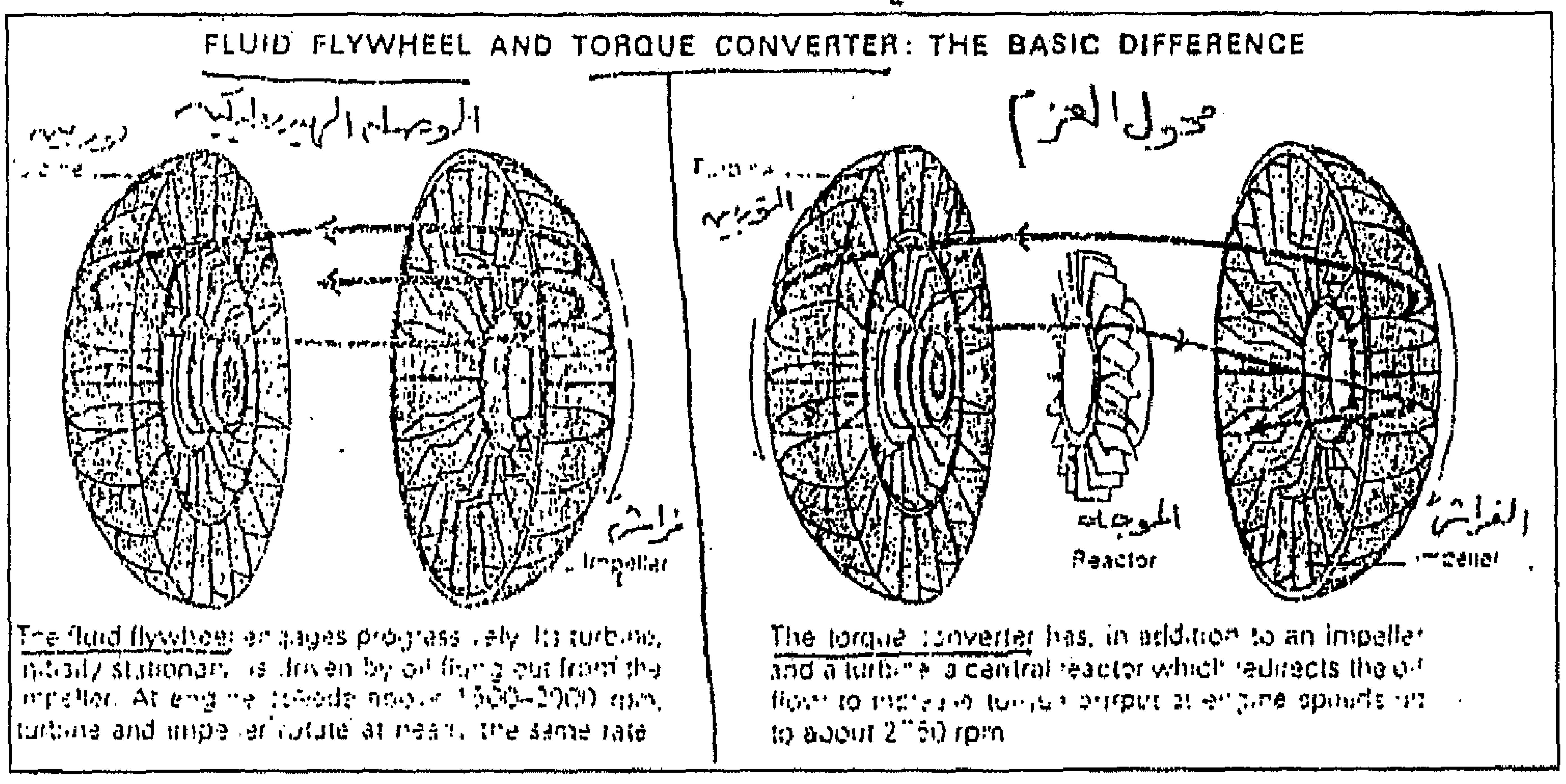
$$No_3 = \frac{2000}{1.3} = 1538.46 R.P.M$$

$$No_4 = \frac{2000}{0.9} = 2222.22 R.P.M$$

2-7) صناديق التروس الاوتوماتيكية(Automatic Transmission):

ادى ارهاق سائقي السيارات نتيجة للكثافة المتزايدة في حركة المرور الى انتشار صناديق التروس الاوتوماتيكية (التلقائية) التي تعفي السائق من تشغيل القابض والتعشيق . وبذلك امكن تفادي اخطاء التشغيل وما قد ينشأ عنها من اضرار من اجزاء نقل الحركة ويتم تعشيق نسبة النقل الصحيحة تلقائيا لكل حالة من حالات السير دون اي تدخل او فعل من السائق. ولم يعد هناك داع لوجود دعسه القابض في هذه الحالة.

ويتكون التروس الاوتوماتيكي من الاجزاء التالية:



شكل (2-23)

1- محول عزم الدوران (Torque convertes):

هو جهاز يعمل بنظام هيدروليكي ويقوم بنقل عزم الدوران من المحرك الى صندوق التروس الاوتوماتيكي.

يتكون من محول العزم كما هو موضح في الشكل (2-23) من ثلاثة اجزاء رئيسية هي:

1- التوربين .

2- فراش الضخ (Impeller)

3- فرّاش التوجيه (الدليل) (Guide Blades).

4- زيت هيدروليكي يعمل داخل هيدروليكية مرتبطة بميزان للزيت.

يقوم فراش الضخ بتدوير الزيت كما يفعل فراش المضخة الطاردة المركزية تماماً فيقوم الزيت الهيدروليكي بإدارة التوربين الذي يدير العمود الخارج من محول العزم والذي ينقل الحركة الى صندوق التروس.

2- مجموعة التروس الفلكية (Planetary Gears):

تتكون مجموعة التروس الفلكية من الاجزاء التالية وكما يظهر بالشكل (2-23) وهي تستعمل في صناديق التروس الاوتوماتيكية.

1- الترس الحلقي وهو عبارة عن طوق مسنن من الداخل [Annulus Internal Gear Or Ring Gear]

2- مجموعة التروس الكوكبية ويكون لكل منها عمود خاص به وتثبت الأعمدة على حامل حلقي خاص بها (Planet Gears) ويسمى الحامل (Carrier) أو (Planet Pinions) .

3- ترس الشمس (Sun Gear):

وهو يتوسط المجموعة تماماً كما تتوسط الشمس مجموعة الكواكب التي تدور حولها.

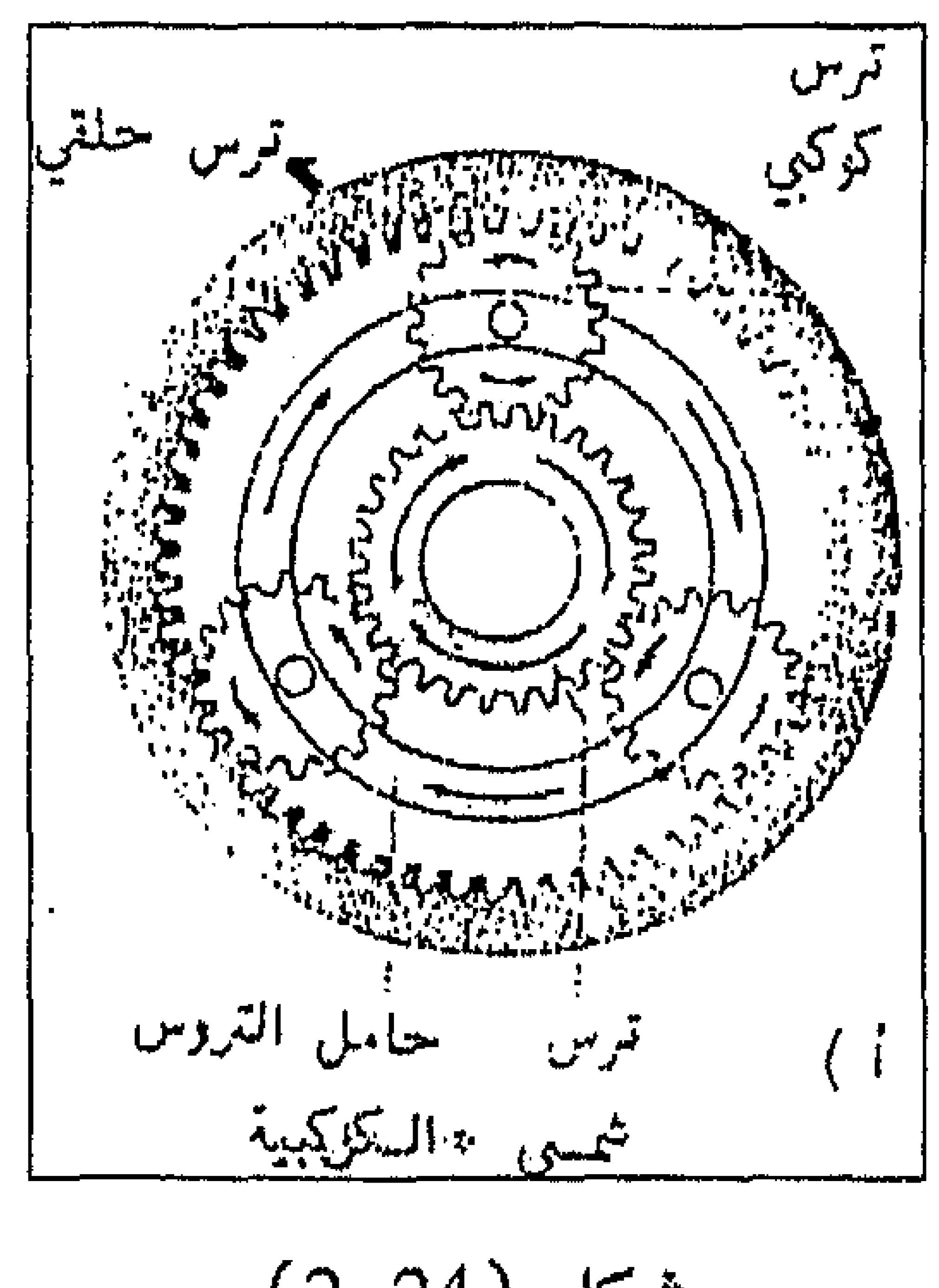
تتميز مجموعات التروس الفلكية بتصميمها البسيط الذي يعطي اصغرحجم مع ارتفاع مقدرتها على التحميل، فعند نقل عزم الدوران يثبت اما الترس الشمسي او الترس الحلقي او حامل التروس الكوكبية.

ويمكن استخدام مجموعة التروس الفلكية في الحصول على نسب مختلفة لنقل الحركة عن طريق تثبيت او تعشيق كل من هذه الاجزاء على حده.

❖ مبدأ العمل:

الشكل (2-24) في حالة تثبيت الترس الحلقي (1) المسنن من الداخل تدار التروس الكوكبية بحركة دورانية ودائرية بواسطة الترس الشمسي

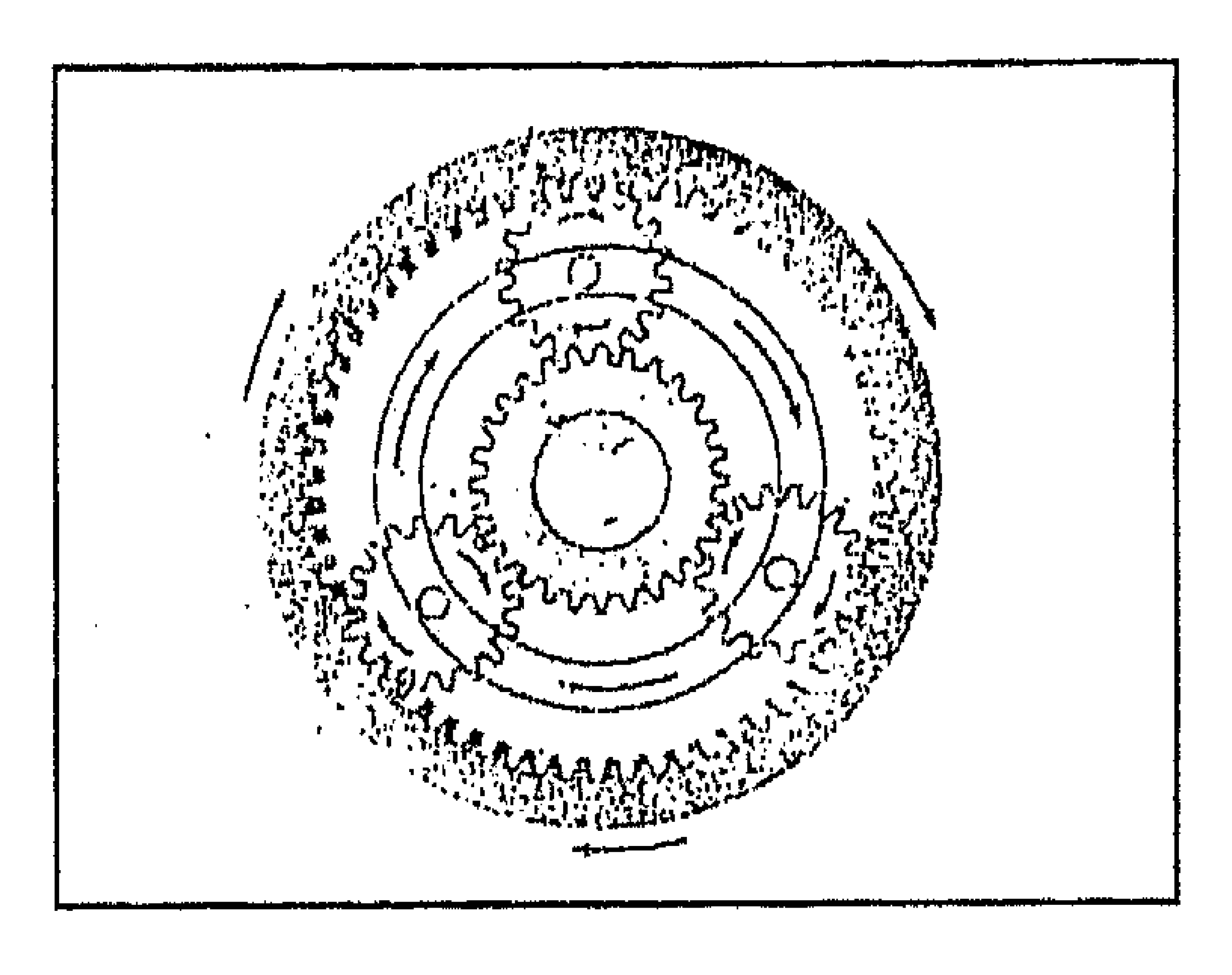
وتتدحرج على الاسنان الداخلية للترس الحلقي حركة دائرية، ويدور حامل التروس الكوكبية في نفس اتجاه دوران ترس الشمسي وبذا يتم الحصول على تخفيض كبير لنسبة نقل الحركة.



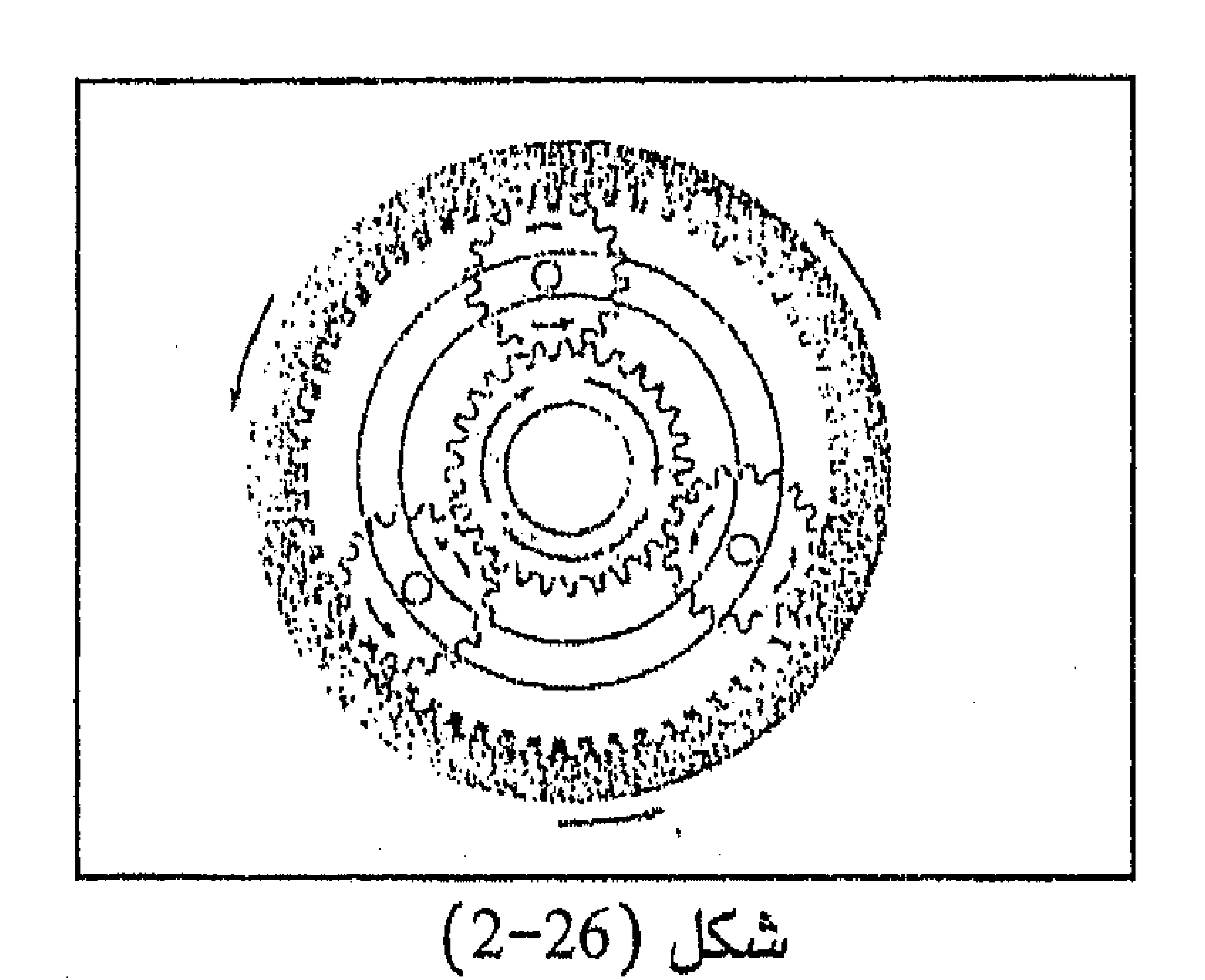
شكل (2-24)

الشكل (2-25) تخفيض سرعة (غيار الثاني) في حالة تثبيت الترس الشمسي تدار التروس الكوكبية بواسطة الترس الحلقي وتتدحرج على الترس الشمسي ويدور حامل التروس الكوكبية في نفس الاتجاه وبذايتم الحصول على تخفيض في السرعة.

في حالة تثبيت حامل التروس الكوكبية كما هو موضح في الشكل (26-6) تدار التروس الكوكبية حول محورها بواسطة التروس الكوكبية تدار التروس الكوكبية حول محورها فقط (حركة دورانه فقط) بواسطة الترس الشمسي وحيث ان حامل التروس الكوكبية مثبت فلا بد للتروس الكوكبية من ان تدور باتجاه معاكس لدوران الترس الشمسي وبالتالي تأخذ معها الترس الحلقي وبذا يتم الحصول على دوران عكسي (غيار رجوع) مع تخفيض السرعة.



شكل (2-25)



شكل (2-26)

أما إذا ثُبت الترس الشمسي مع الترس الحلقي وادارتهما معاً لا تستطيع التروس الكوكبية الدوران فتتحرك سوياً مع كل من الترس الشمسي والترس الحلقي وتكون سرعتا دوران العمودين القائد والمقود متساويين (كل من الترس الحلقي والشمسي والكوكبي تدور جميعها في نفس الاتجاه)

وتتم عملية تغيير السرعة من المجموعة الفلكية بالتشغيل الهيدروليكي لقوابض او اشرطة فرامل ذات ترتيبات مناسبة الاشكال من خلال منظومات معينة وتكون التروس في حالة تعشيق مستمر مع بعضها.

النقل فوق المباشر: اذ اثبت الترس الشمسي وكان حامل التروس الكوكبي هو القائد والترس الحلقي هو المقود نحصل على زيادة في سرعة الدوران ما يسمى بالنقل فوق المباشر.

2-8) نظام التحكم الهيدروليكي (Hydraulic Control System):

يتم التحكم بتشغيل القوابض واشرطة الفرامل بواسطة نظام تحكم هيدروليكي وبذلك يتم التغيير التلقائى طبقاً لنسبة النقل المختاره. ويختلف عدد القوابض واشرطة الفرامل من نوع لآخر، ويتكون نظام التحكم الهيدروليكي من الاجزاء التالية:

1- مضخة زيت واحده او أكثر لتوليد ضغط الزيت في النظام الهيدروليكي .

2- منظم يقوم بالتحكم في تيار الزيت بحسب سرعة السير.

ويعمل بتأثير القوة الطاردة المركزية. ويدار عمود المنظم بواسطة العمود المقود، ومع زيادة سرعة دوران العمود المنقاد يتزايد ضغط المنظم . وعند الوصول الى سرعة سير معينه يكون ضغط المنظم قد ارتفع الى الحد الذي يحرك صمامات التعشيق وتتم بذلك عملية التعشيق.

أ- صمام التعشيق(Shift Valve) :

ب- صمام الخنق، ويؤثر على عملية التعشيق حسب تحميل المحرك ويعمل بواسطة الضغط المنخفض (التفريغ) (Vacuum) في ماسورة السحب للمحرك او بواسطة دعسه الوقود مباشرة. ويؤثر ضغط الخنق علي صمامات التعشيق في اتجاه مضاد لضغط المنظم ويؤخر عملية التعشيق الى ان تحين اللحظة المناسبة لها.

3- ادوات التثبت وهي تتكون من قوابض متعدد الاقراص:

ويعني ذلك انه عند سرعة الدوران المنخفضة وبضغط قليل فقط على دعسة الوقود يقوم صندوق التروس بالتعشيق الى نسبة نقل اعلى عند السرعة

المنخفضة. وبزيادة الضغط على دعسة الوقود يتأخر تغيير التعشيق هذا ليحدث عند سرعة سير اعلى.

وعلى العموم فإن عملية التعشيق في صندوق التروسٍ الاوتوماتيكي تتم بأن تقوم كل من القوابض وأشرطة الفوامل المشغلة هيدروليكيا بثبيت بعض من التروس الفلكية او ايقافها او اطلاقها بحيث تنشأ نسب مختلفة من النقل في صندوق التروس.

9-2) أوضاع ذراع الاختيار (Automatic Gear Control Lever):

يستخدم السائق ذراعٍ الاختيار لتشغيل صندوق التروس الاوتوماتيكي وتكون تحت تصرفه عموماً اوضاع الاختيار الستة التالية:

1- وضع الانتظار (Parking) (P): حيث لايكون هناك اي اتصال ميكانيكي بين المحرك وصندوق التروس عبر محولات العزم والقوابض الهيدروليكية ويتم صنع حركة العمود المقود بواسطة عجلة مانعة خاصة، ولاتوضع الذراع على هذا الاختيار الا عندما تتوقف السياره عنالسيرتماماً كما يجب شد الفرملة اليدوية على اية حال عند وضع الانتظار.

2- التعشيقة الخلفية: (Reverse) (R) : وهناايضاً لايجوز دفع ذراع الاختيار الى هذا الوضع إلا في حالة توقف المركبة تماماً عن الحركة .

3- السير العادي (D (Drive: وفيه يعشق صندوق التروس تلقائياً بالتعشيقات الامامية حسب سرعة السير وحسب سرعة السير وحسب تحميل المحرك.

4- الوضع المحايد (Neutral) (N): لا يحدث اي نقل للقوة في هذا الوضع بين المحرك وصندوق التروس.

5- وضع التسلق المتوسط (2): يتم تغيير غيارات صندوق التروس بين الاول والثانيٍ وهو يستعمل للطرق الجبلية الطويلة ذات لانحدارات المتوسطة صعوداً وهبوطا ايضا.

6- وضع التسلق الحاد(1): يتم تقييد غيارات صندوق التروس في السرعة الاولى فقط بسبب الانحدار الشديد.

وتختلف الانظمة بالرموز المستخدمة فيها وخاصة فيما يتعلق بالخياران الخامس والسادس.

يمكن بدء تشغيل المحرك إما في وضع الانتظار (P) او في الوضع المحايد (N) ويكون بدء سير المركبة بالتعشيق في احد اوضاع ذراع الاختيار الى الامام (D) او الى الخلف (R).

وفي حالة جر السيارة عند حدوث عطب بها يجب ان تكون ذراع الاختيار في وضع السير العادي ويجب أن لا تزيد مسافة الجر عن (50km) ويتعين مراعاة تعليمات جهة الصنع في جميع الأحوال.

الوحدة الثالثة

عمود الجر ووصلات نقل الحركة

Drive Shaft and jiont

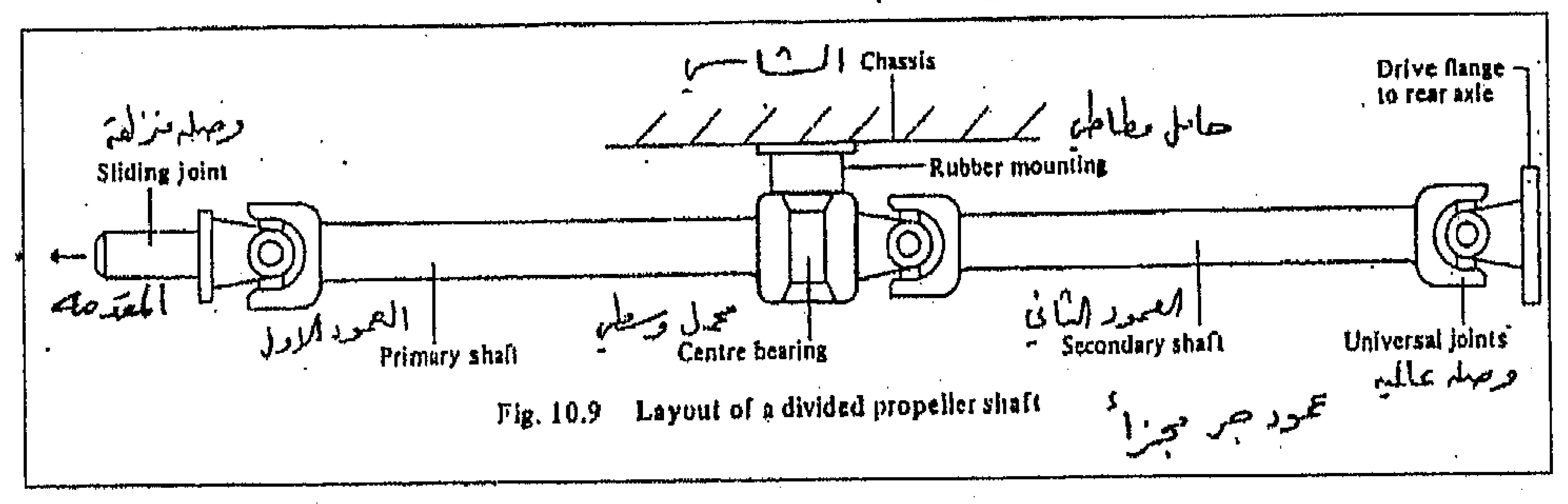
الوحدة الثالثة

عمود الجر ووصلات نقل الحركة

Drive Shaft and Jiont

3-1) تعريف عمود الجر:

عمود الجر هو عبارة عن انبوب مفرغ من الصلب تتصل مقدمته مع عمود صندوق السرعات الرئيسي (Output Shaft) كما تتصل نهايته مع مجموعة النقل النهائى (Final Drive) (شكل 1-3) .



شكل (1-3)

وتتلخص وظيفته في نقل عزم الدوران من صندوق التروس الى مجموعة تروس ادارة المحور (مجموعة النقل النهائي).

(يُصمم هذا العمود بحيث يسمح بتغيرات زاوية وتغيرات طولية).

يتم تركيب وصله مفصلية علي احد طرفي العمود كما يتم تركيب وصلة منزلقة (Sliding Joint) بالإضافة الى وصلة مفصلية ثانية على طرفه الآخر.

اما الوصلات المفصلية فهي تعطي عمود الجر امكانيه الحركة مع حدوث تغيرات زاوية اثناء سير المركبة على الطريق وأما الوصلة المنزلقة فهي تسمح بحدوث التغييرات الطولية المصاحبة للتغييرات الزاوية التي يتعرض لها عمود الجر اثناء سير المركبة.

يُسمى عمود الجر ايضاً بعمود الكاردن (Drive Shaft).

ويكمن السبب في صناعة العمود مفرغاً هو زيادة مقدرته على تحمّل اجهاد اللي (Torsion) الناشيء عن عزم الدوران بالإضافة الى تخفيف وزنه.

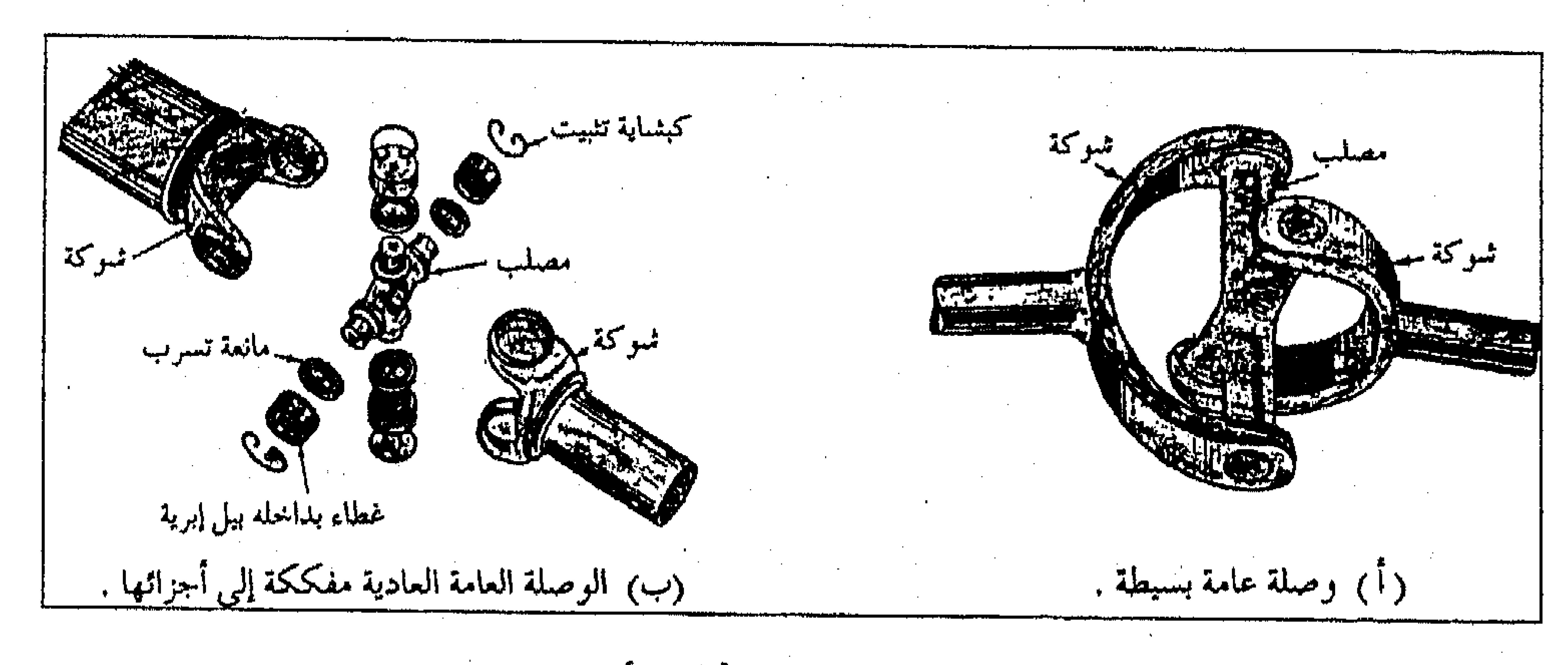
يتعرض عمود الجر ايضاً لقوى صدمية بسبب تبدل الحمل وبسبب عمليات التعشيق ولتجنب حدوث الاهتزازات يجب ان يكون العمود قصيراً ما أمكن ولهذا فقد يتم تجزئة العمود الطويل الى جزئين مع استخدام وصلة مفصلة في الوسط ومع استخدام محمل وسيط مثبت في المركبة.

يتم تحقيق توازن لعمود الجر باستخدام صفائح موازية تثبت على العمود باللحام حيث قد يؤدي عدم توازن العمود الى اهتزاز المركبة بأكملها والى الاتلاف التدريجي لمحامل صندوق التروس ومجموعة النقل النهائي.

تتنوع وصلات نقل الحركة المتصلة باعمدة الجر الى الانواع التالية:

1- **الوصلة المفصلية العامة** (Universal Joint):

وتسمى ايضاً بالوصلة العالمية وهي تتكون من شوكتين (شعبتين) وكذلك قطعة على شكل صليب تجمع الشوكتين على شكل متصالب وهي تصنع من الصلب بطريقة الحداده بالمطرقه الساقطة وتستقر المرتكزات الاربعة في محامل ابرية شكل (2-3) .



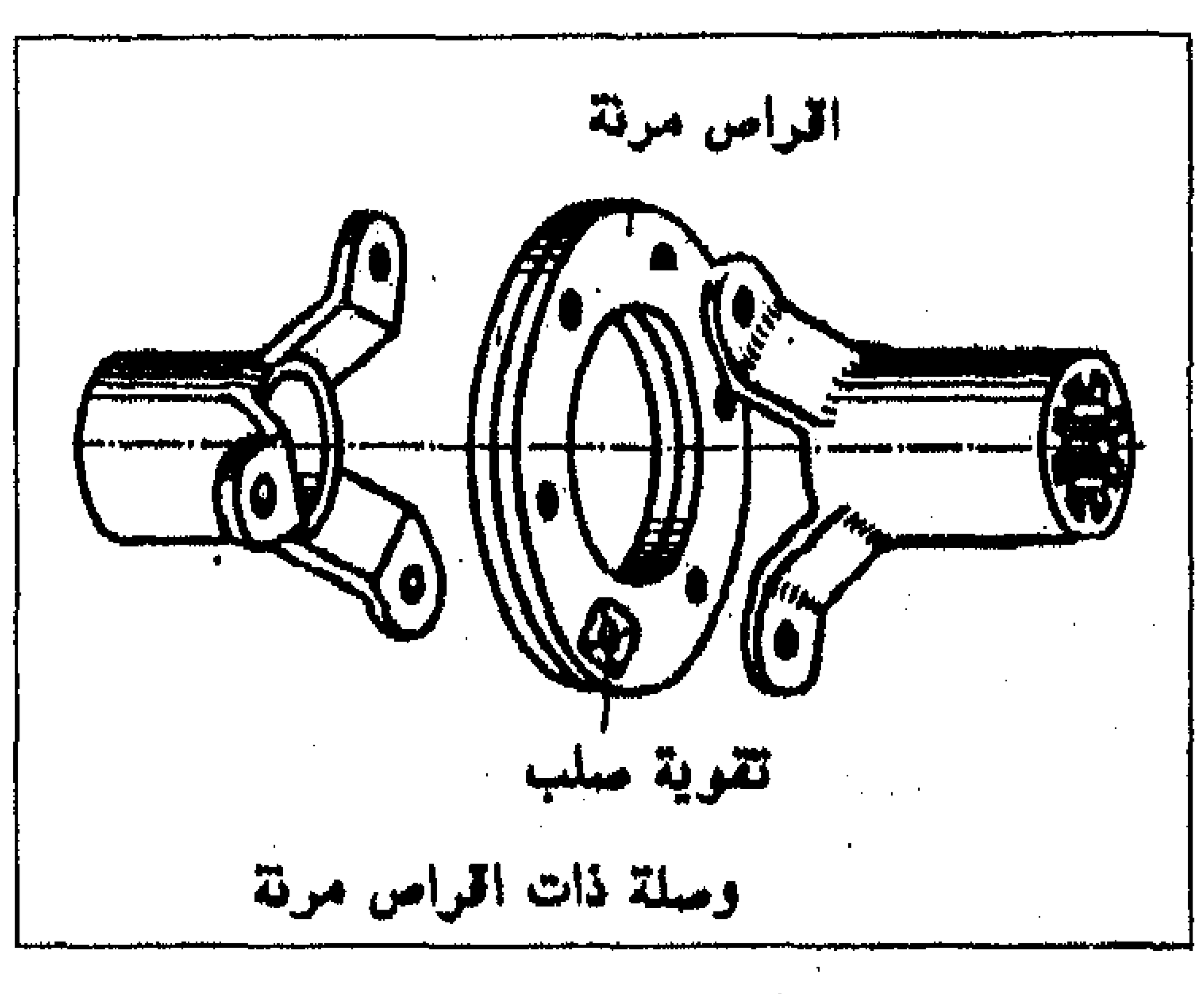
(أ) وصلة عامة بسيطة .
(ب) الوصلة العامة العادية مفككة إلى أجزائها .

شكل (2-3)

وتعمل مانعات التسرب على الوقاية من الاوساخ والرطوبة وبذلك لاتحتاج الوصلة الى صيانة وتسمح هذه الوصلات لعمود الجر بالحركة بزوايا ميل حتى (30°).

2- وصلة الجلب المطاطية (Rubber Spider Joint):

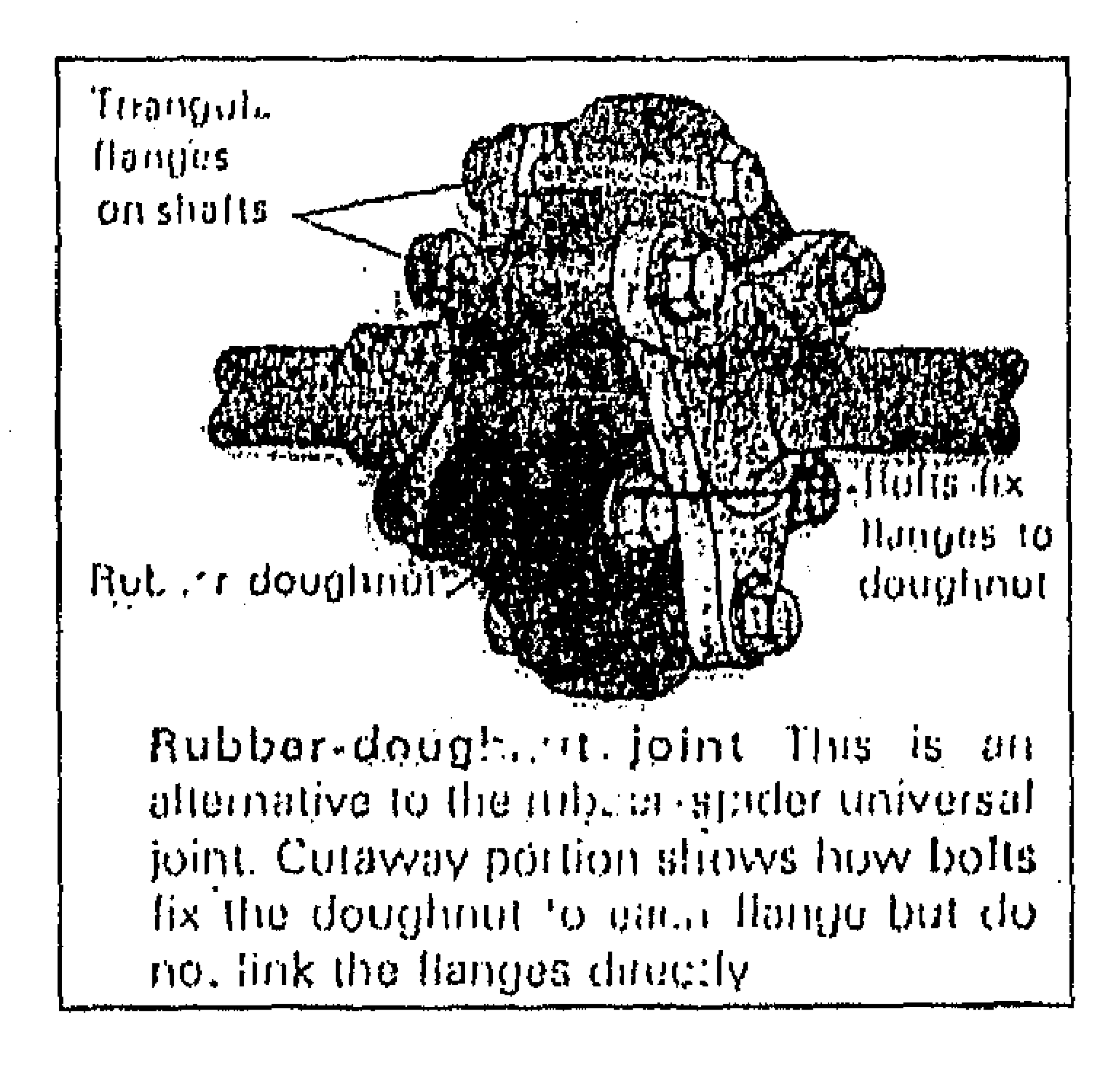
تمتاز هذه الوصلة بامتصاصها للصدمات وتسمح لإنصاف المحاور بالحركة بزوايا تتناسب مع حركة الزمبركات وتستخدم هذه الوصلات في بعض انواع السيارات وتسمى هذه الوصلات بالوصلات الجافة شكل (3-3) ذات الدفع الأمامي.



شكل (3-3)

3- وصله القرص المطاطي (الكعكة المطاطية) (Rubber Doughnat Joint):

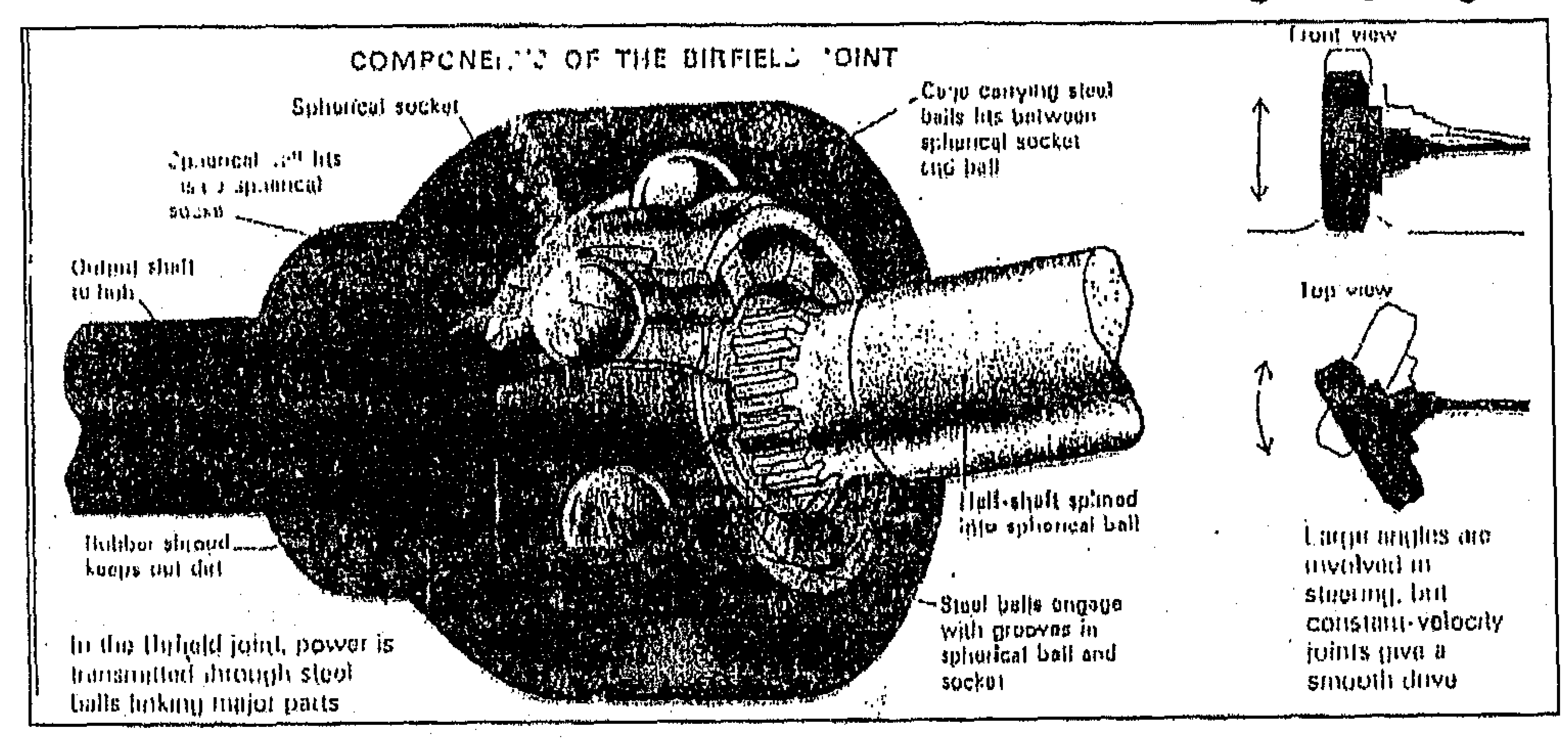
وهي من نوعية وصلة الجلب المطاطية الا ان الجزء المرن هنا هو عبارة عن قرص سميك من المطاط الخاص المصمم لتحمل اجهادات عديده تتعرض لها الوصلة اثناء نقل الحركة. وتسمح هذه الوصلات بالحركة الزاوية تصل في حدها الاقصى الى (10°) شكل (4-3).



شكل (4-3) الكعكة المطاطية

4- **وصله السرعة الثابتة** (Constant Velocity Joint):

وهـذه الوصـلة تسـتعمل بشـكل واسـع في نظـام الدفـع الامـامي شـكل (5-3) وتسـمى (وصـلة الكريـات) وتتميز بالقـدرة علـى اسـتيعاب زوايـا ميـل تصـل الـى (40°) . تسـتخدم هـذه الوصـلة مجموعـة مـن الكـرات الفولاذيـة المصلـدة والـتي تتحـرك داخـل مسـارات (مجـاري) ضمـن مـدى زاوي لتسـمح بالحركـة الزاويـة لعمود نقل الحركة.



شكل (5-3) وصلة السرعة الثابتة

3-2) مجموعة الادارة النهائية(مجموعة النقل النهائي)(Final Drive)

تشكل هذه المجموعة عنصر الوصل بين عمود الجر المفصلي (Drive Shaft) ومجموعة التروس الفرقية، وفي حالة المحرك المركب في الاتجاه الطولي تقوم هذه المجموعة بنقل الحركة باتجاه متعامد مع اتجاه دوران عمود الجر أي بزاوية (90°) وتتراوح نسبة التخفيض في مجموعة النقل النهائى في حدود (5-4) للسيارات الصغيرة وفي حدود (10-5) للشاحنات.

❖ **تتكون هذه المجموعة من زوج من التروس المخروطية هي:**

1- **ترس البنيون** (Pinion Gear):

وهو الترس الصغير الذي يرتبط مع نهاية عمود الجر بواسطة وصلة مفصلية عامة.

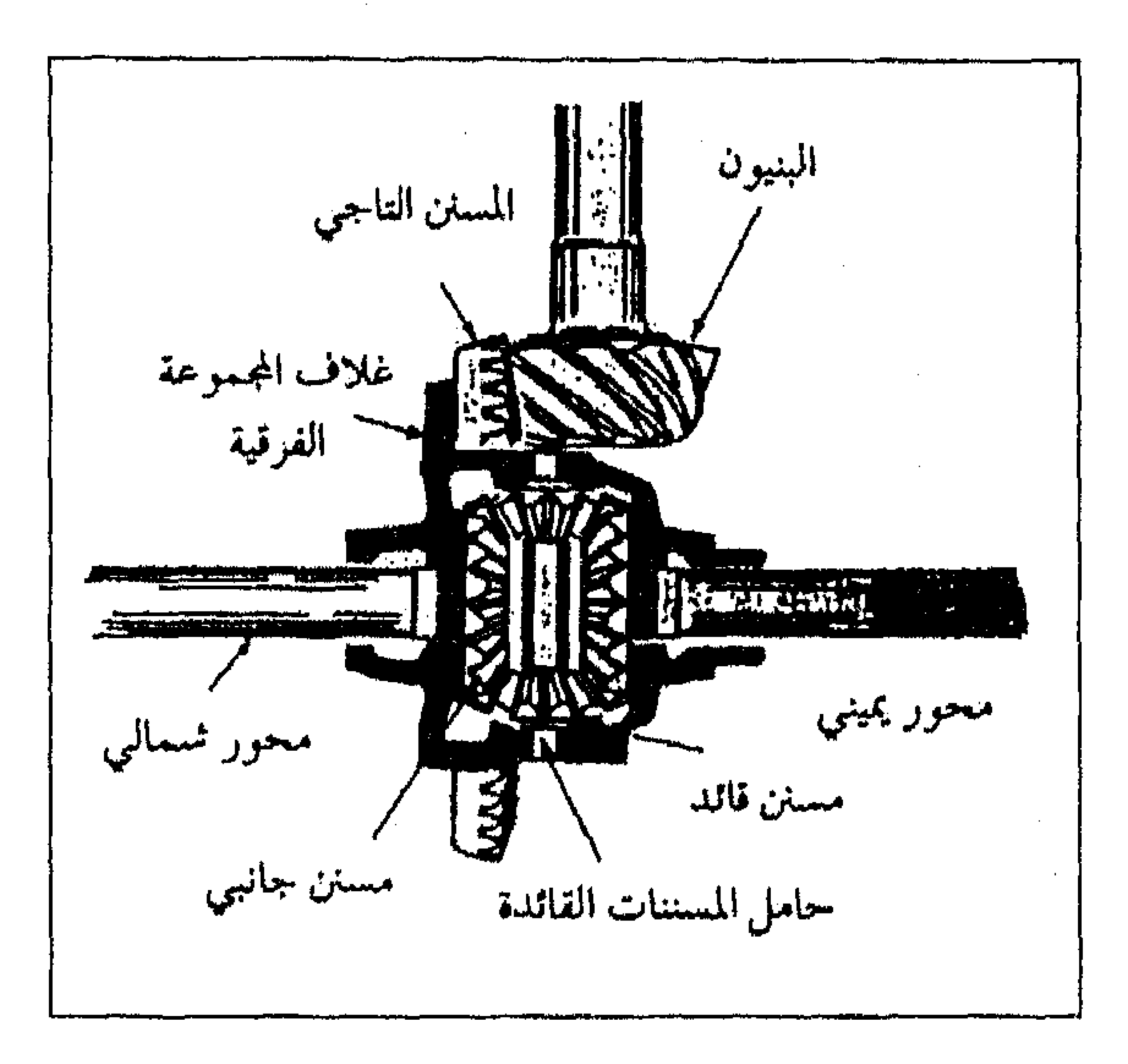
2- **الترس التاجي (الكرونة)**(Crown Gear):

وهو الترس الكبير ويثبت مع علبه التروس الفرقية ويكون معشقاً مع ترس البنيون ويأخذ حركة الدورانية منه ولكنه ينقلها باتجاه يصنع زاوية قائمة مع اتجاه دوران ترس البنيون.

تقوم الشركات الصانعة بانتاجٍ الترسين سوياً مع بعضهما البعض، وان تلف احدهما يتحتم استبدالهما سويا، ويحمل كل من الترسين نفس العلامات (الترقيم).

تصنع تروس مجموعة الادارة النهائية من الصلب السبائكي وتصلد اسطحها الخارجية ويحتوي غلاف المجموعة على زيت تزييت خاص نظراً للأحمال العالية التي تتعرض لها الأسنان.

ويظهر في الشكل (6-3) مجموعة الادارة النهائية ومجموعة التروس الفرقية بالاضافة الى المحاور الخلفية.



شكل (3-6)

3-3) مجموعة التروس الفرقية (التروس التفاضليه)

(Differential Gears):

تقوم مجموعة التروس الفرقية المركبة داخل غلاف مجموعة النقل النهائي بمعادلة الفرق بين سرعتي دوران العجلتين المدارتين عند السير في المنعطفات والعمل على النقل المنتظم لعزم الدوران.

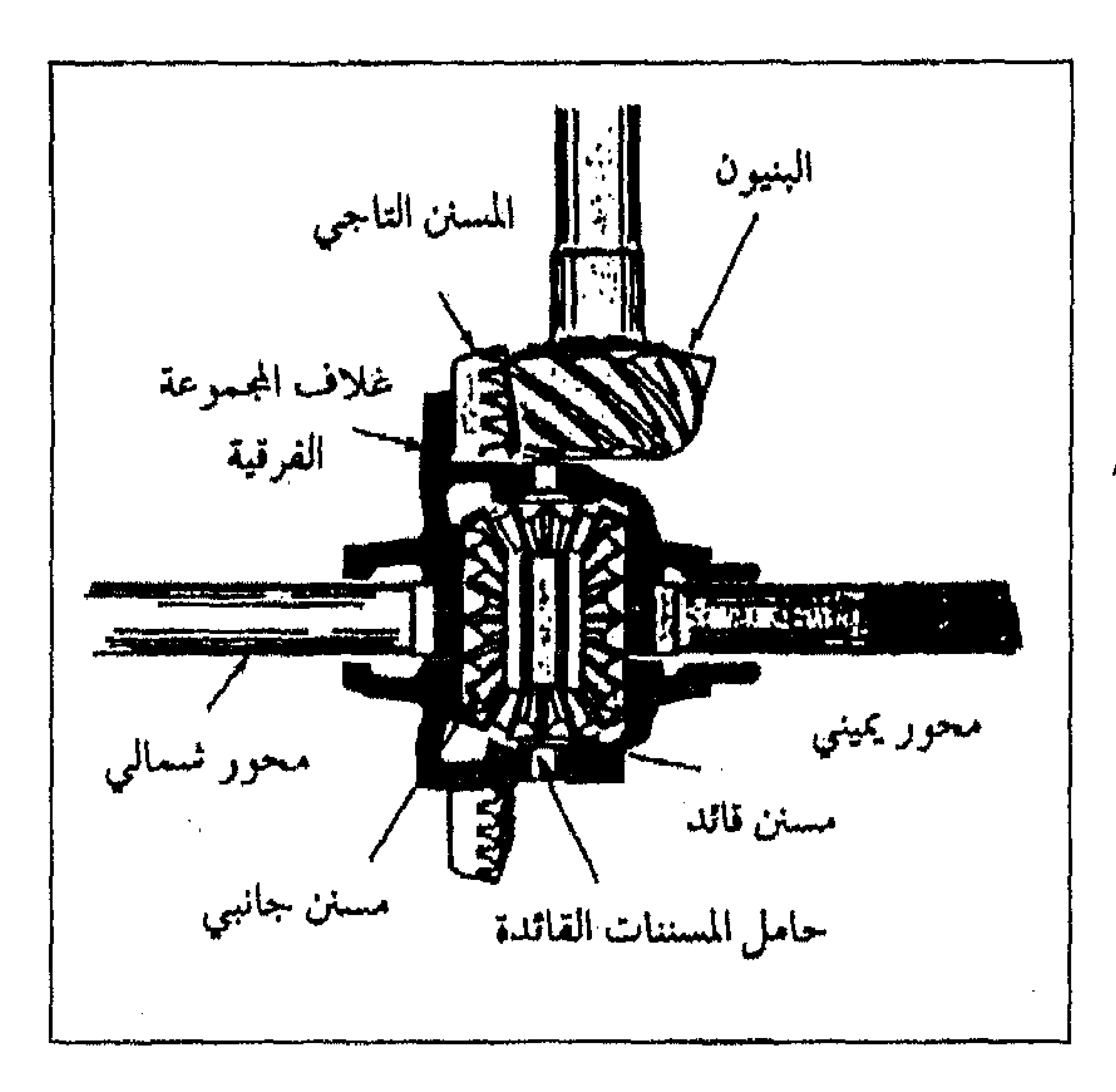
تتكون مجموعة التروس الفرقية من الاجزاء التالية:

1- التروس الشمسية (تروس عمود المحور الخلفي):

عددها اثنان يثبت كل منهما على طرف احد المحورين الخلفين وهي تروس مخروطية شكلها.

2- التروس القمرية (الكوكبية) (Planet Gears):

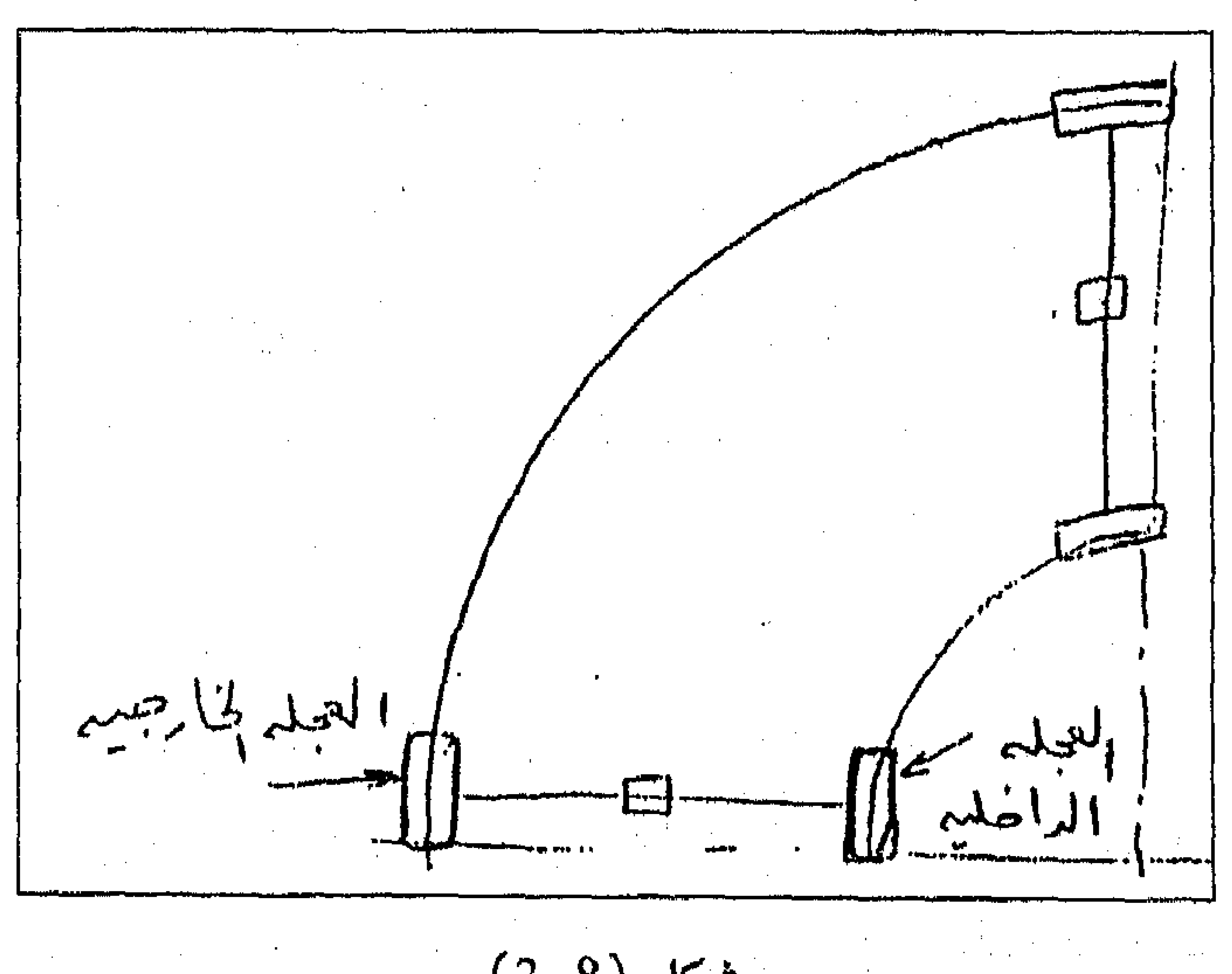
وهي تروس مخروطية ايضاً وعددها اثنان وهي تكون اصغر من التروس الشمسية وترتكز على محور خاص وتكون حره الحركة بالنسبة للعلبة، ويظهر في الشكل (3-7) مواضع التروس.



(شكل 7-3) إضافة المسننات الفرقية القائدة مركبة على عمود حامل لها في الغلاف والقشرة

3- **علبة التروس الفرقية** (Differential Gears Cage):

وهي تحيط بالتروس الفرقية الاربعة وتثبت مع الترس التاجي في مجموعة الادارة النهائية وتدور معه (شكل 8-3) .



شكل (8-3)

عند سير المركبة في طريق مستقيم يدور عموديّ المحور الخلفي بنفس السرعة وتبقى التروس المخروطية الفرقية الصغيرة والمسماه بالتروس القمرية ساكنه. وتنقل القوة المحركة من الترس التاجي الى علبه المجموعه الفرقية ومن التروس القمرية لهذه المجموعة والتي تعمل في هذه الحالة كعنصر وسيط الى التروس الشمسية التي تدور وتدوِّر معها اعمده المحور وعند السير في المنعطفات تتباين سرعات دورانٍ عموديّ المحور وتدور التروس القمرية مع العلبة بالاضافة الى انها تدور ايضا حول نفسها في نفس الوقت. فتؤدي الى خفض سرعة دوران عمود محور العجلة الداخلية بالنسبة للمنعطف بنفس مقدار الزيادة في سرعة دوران العجلة الخارجية.

والسبب في ذلك هو المسافة التي تقطعها العجلة الخارجية اكبر من المسافة التي تقطعها العجلة الداخلية.

ولكي تصل العجلتين في نفس الوقت بمعنى ان تقطع العجلتين الداخلية والخارجية المنحنى في نفس الزمن يجب ان تكون سرعة الخارجية اكبر من سرعة دوران العجلة الداخلية، وإذا افترضنا استخدام محور واحد بدون تروس فرقية استحالت المعادلة بين سرعتيهما وستنزلق العجلة الداخلية مما يؤدي الى زيادة معدل اهتراء الاطارات وعدم توفر الامان في سير المركبة الى جانب فقد جزء من قدرة المحرك.

3-4) أعمدة المحور (Transmission Axes):

تنقل اعمده المحور الحركة الدورانية وعزم الدوران الى العجلات ومن الضروري ان تدور العجلات مع الاعمدة المرتبطة معها بحرية تامة.

تنقل اعمده المحور عزم الدوران الذي يصل اليها عبر مجموعة الادارة النهائية ومجموع التروس الفرقية الى العجلات.

تعرض اعمدة المحورٍ الى اجهادات عديده اثناء القيام بمهامِها وهي تصنف الي ثلاثة انواع تبعا لطريقة ارتكازها وتحميلها وكذلك تبعاً لطريقة ربطها مع العجلات.

ومـن الجديـر بالذكر ان اعمده المحـور يتم تركيبها داخل غـلاف خـاص وهذا الغلاف يكون عادة على احد نوعين :

أ- الغلاف الموحد ، وهو يحتوي علـى اعمـدة المحـور و مجموعـة الادارة النهائيـة والمجموعة الفرقية داخل غلاف واحد.

ب- الغلاف المنفصل: وفي هذا النوع يكون للأعمدة غلاف خاص بها ومجموعـة الادارة النهائية والفرقية غلاف منفصل . ثم يتم تثبيت الاغلفـة مع بعضها بواسطة براغي خاصة.

❖ أنواع أعمـدة المحور:

أ) **محور شبه طافي** (Semi- Flating Axes):

ويسمى ايضاً محور نصف طافي يتم تركيب العجل في هذا النـوع علـى سـرة العجل (Wheel Hub) التي هـي امتـداد لعمـود المحـور نفسـه وكمـا يظـهر بالشكل (9-3) فإن نهاية العمود ترتكز على محمل واحد(كرسي تحميل)، داخل غلاف العمـود والمحمـل المسـتخدم امـا ان يكـون مـن النـوع المشـحم المقفـل (Sealed Bearing) أو من النوع العادي الذي يحتاج الى تشحيم وفي هذه الحالـة تركب حافظة (Seal) خاصة علـى المحمل مـن الخـارج لمنـع تسـرب الشـحمة الى الفرامل وكذلـك لمنع دخول الغبار والاوساخ الى الداخل.يتعـرض المحـور شـبه الطافي (نصف الطافي) للإجهادات الناجمة عن مايلي :

1- قوى الإنحناء في المستوى الرأسي والناجمة عن تحمل العمود لما يقع عليه من وزن السياره وحمولتها.

2- قـوى الانحنـاء في المستوى الأفقـي (الجـانبي) النـاجمـة عـن الـدوران علـى المنعطفات.

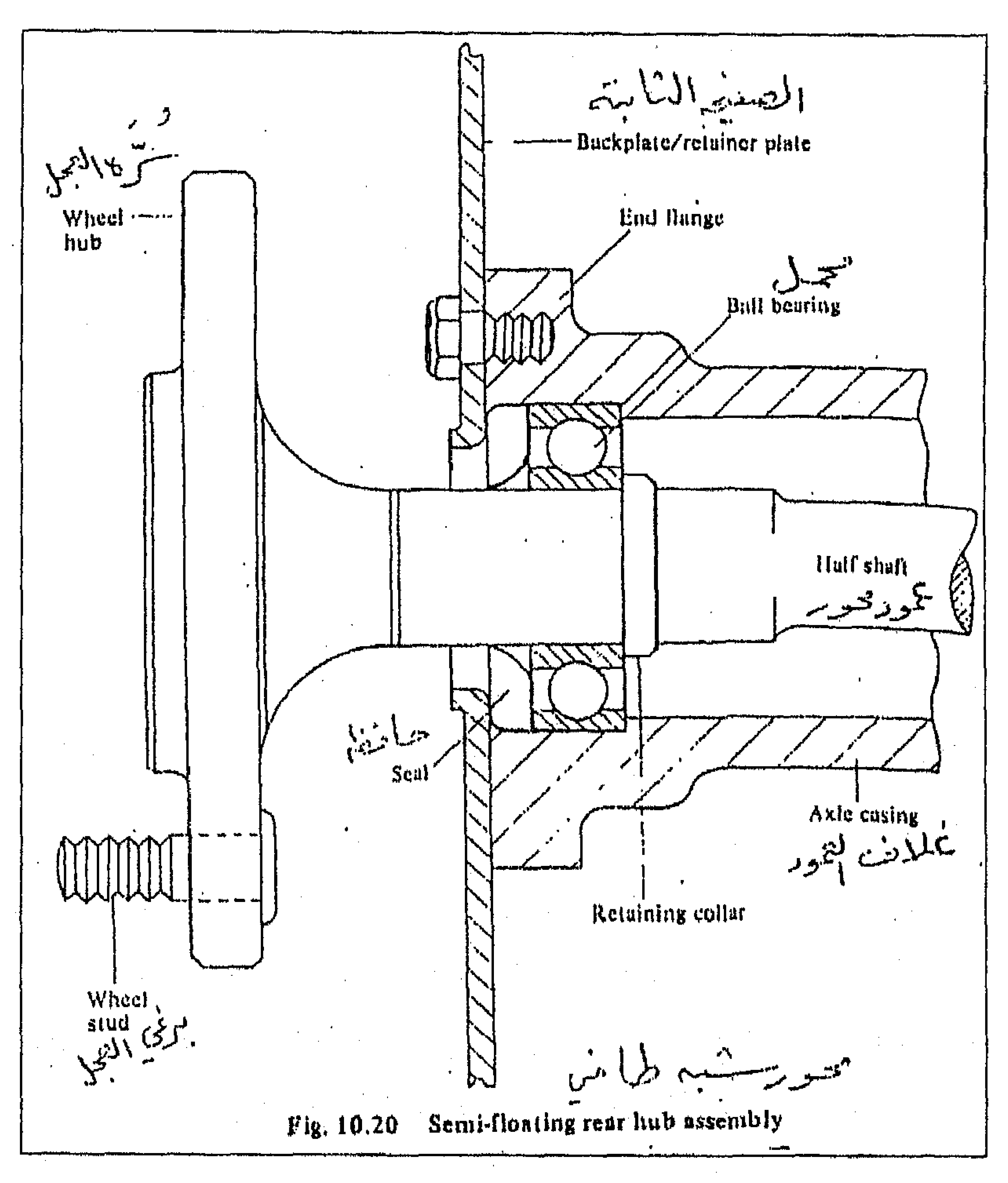


Fig. 10.20 Semi-floating rear hub assembly

شكل (9-3)

3- قوى اللي (Torsion Loads) الناجمـة عن نقل العمود لعزم الادارة الـى العجـلات .

ولهـذا يجـب ان يكـون عمـود المحـور نصـف الطـافي قـادراً علـى تحمـل الاجهادات الناجمة عن هذه القوى.

تكون اضعف نقطة في هـذا العمـود هـي الجزء الواقـع بـين المحمـل وسـره العجل واذا حدث كسر في هذ اا الجزء فستنفصل السره وطاره الفرامل مع العجل نفسه عن السياره.

ولهذا لا تستعمل المحاور نصف الطافية في السيارات الثقيلة المخصصة للنقل ولكنها تستعمل للسيارات الصغيرة المخصصة للركاب.

مميزات المحور نصف الطافي:

1- خفة الوزن.

2- انخفاض التكلفة.

ب) محور ثلاثة أرباع طافي (Three Quarter Floating Axel):

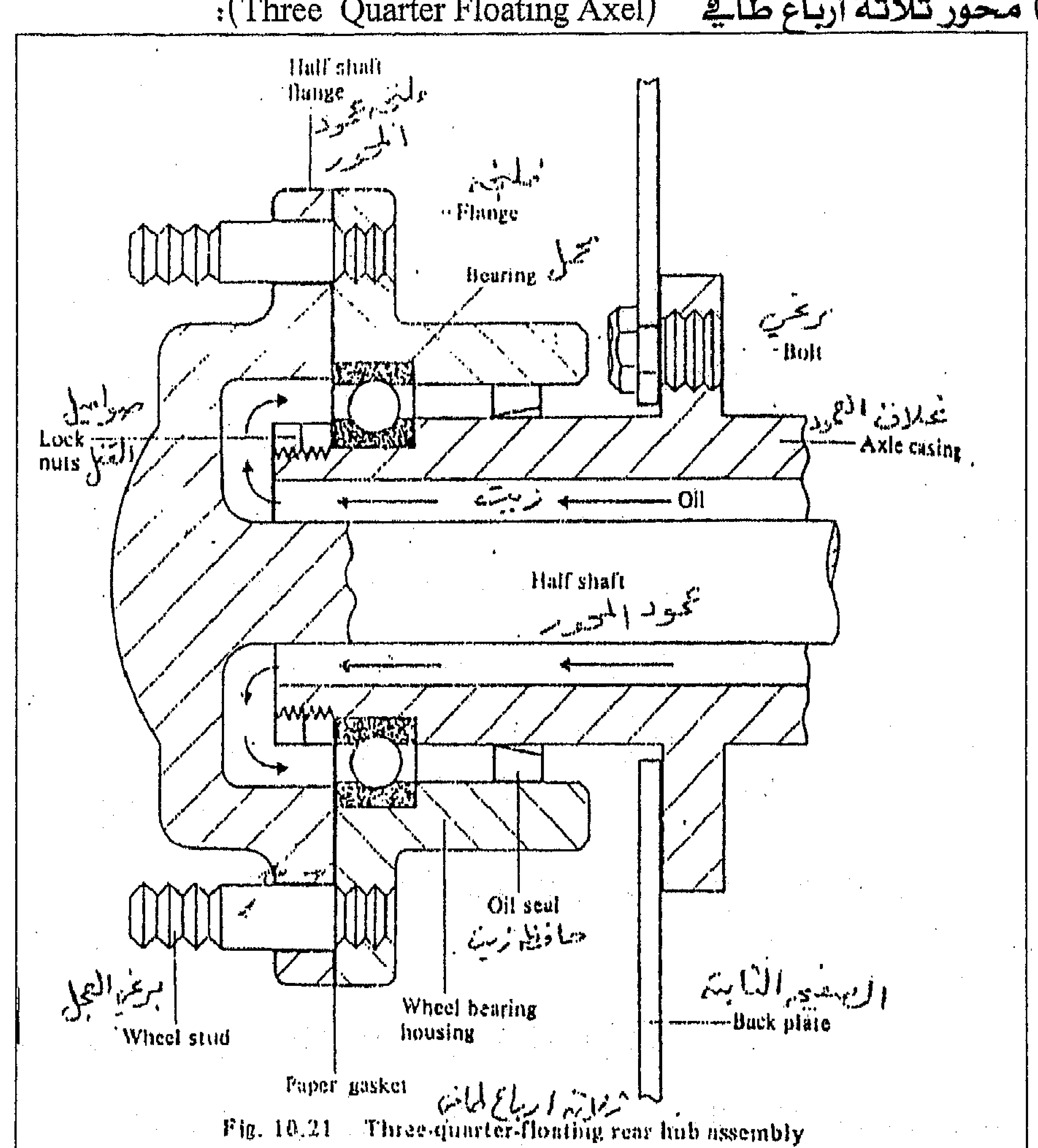


Fig. 10.21 Three-quarter-floating rear hub assembly

شكل (10-3)

كما هو موضح في الشكل (10-3) يرتكز العجل في هذا النوع من المحاور على غلاف العمود من الخارج بواسطة محمل خاص (Bearing) ويحيط بالمحمل غلاف (Wheel Bearing Housing) ويثبت العجل على هذا الغلاف بواسطة براعي تنفذ من ثقوب في فلنجة عمود المحور يثبت المحمل في مكانه بواسطة صامولتي قفل متجاورتين (Lock Unts).

يمر زيت خاص للزيت الى المحمل لتزييته وتركب حافظة زيت من الداخل للمحافظة على عدم تسرب الزيت. كما تركب ورق كاسكيت بين الفلنجتين للغرض نفسه.

يتحمل عمود المحور في هذا التصميم جزء بسيط من وزن السياره اما غلاف العمود فيتحمل الجزء الاكبر من الوزن.

أما الاجهادات التي يتعرض لها عمود المحور ثلاثة ارباع طافي فهي كما يلي:

1- قوى الانحناء الجانبية الناجمة عن الانعطاف على المنحنيات (Bending Loads Due To Side Thrust When Cornering).

2- قوى اللي الناجمة عن نقل العمود لعزم الادارة الى العجلات .

يعتبر تصميم المحور ثلاثة ارباع طافي حالة وسطاً بين النصف طافي والطافي الكامل.

يستعمل هذا النوع من المحاور لسيارات الركاب وكذلك لمركبات النقل الخفيفة.

جـ- محور طافي كامل (Fully Floating Axel):

يعتبر هذا النوع من المحاور اكثر اماناً من باقي التصاميم وهو يستعمل حالياً بشكل واسع في مركبات النقل يتم تحميل العجلات على زوج من المحامل

العريضة من نوع (Taper Roller Bearings) وتُثبت المحامل على السطح الخارجي لغلاف عمود المحور كما يظهر الشكل (11-3) على الصفحة التالية وتركب سُرّه العجل على المحامل وتركب على طرف غلاف العمود صامولتي قفل خاصة لتثبت المجموعة عند الحركة الى الخارج.

يتم تثبيت فلنجه عمود المحور مع سُرّه العجل بواسطة براغي خاصة اما براغي العجل فتوجد على فلنجة خاصة على سرّه العجل ولاعلاقة للعجل بفلنجة عمود المحور .

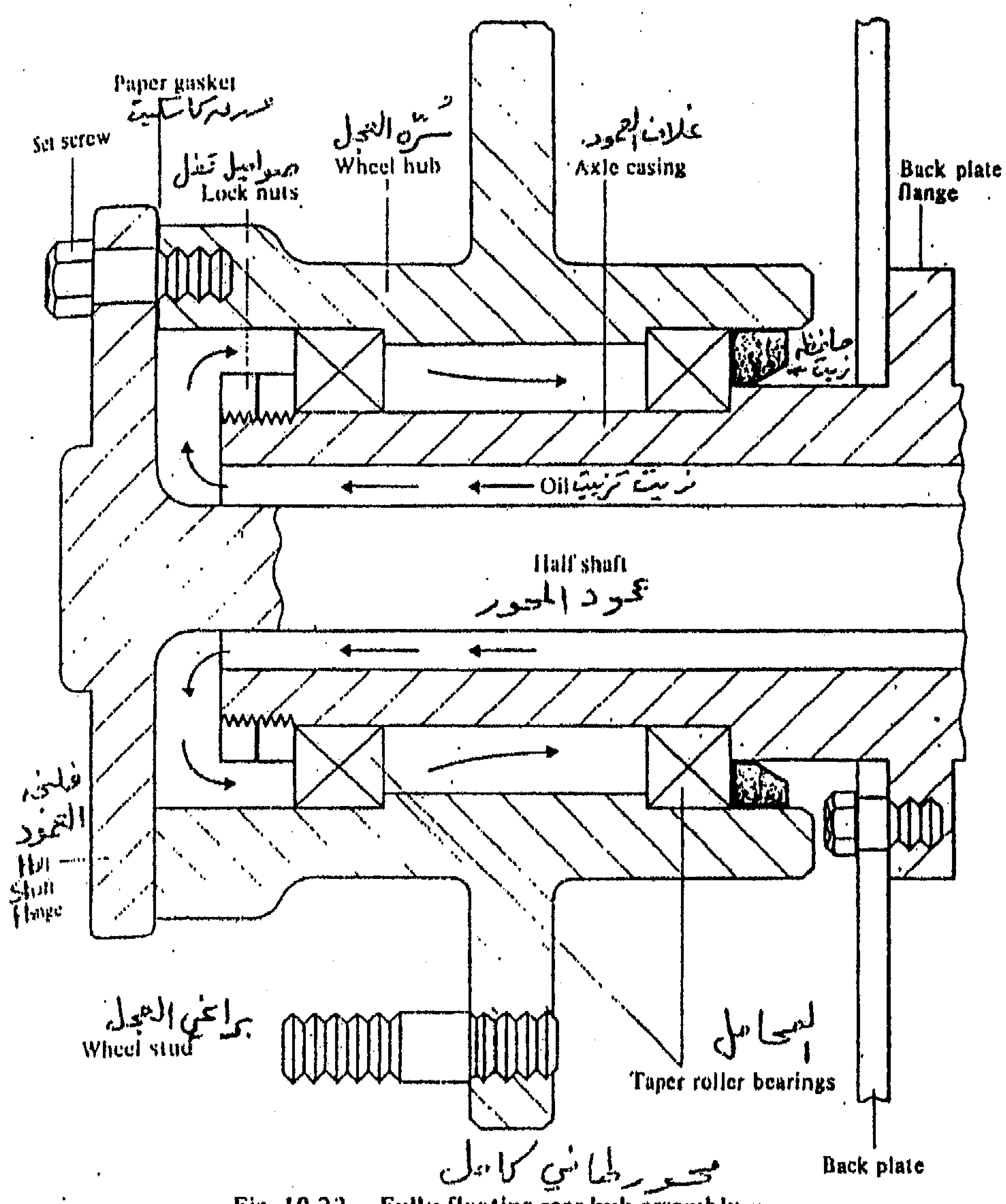


Fig. 10.22 Fully floating rear hub assembly

شكل (11-3)

يتم تزييت المحامل بواسطة زيت يصل اليها مركز المحور، او يتم ذلك بواسطة التشحيم ويستعمل لهذا الغرض حافظة لمنع تسرب الزيت اوالشحم الى الخارج كما يستعمل ورق كاسكيت بين فلنجة العمود وسرّه العجل.

يعتبر هذا النوع من المحاور اكثر تكلفة من باقي الانواع.

يرفع هذا التصميم وزن السيارة عن كاهل عمود المحور بشكل كامل كما انه لايتأثر بقوى الانحناء الناجمة عن الانعطاف ولكن يتحمل عمود المحور قوى اللّي الناجمة عن نقله لعزم الادارة الى العجلات فقط.

ومن الجدير بالذكر ان للمحور الطافي الكامل ميزة على غيره من الانواع وهو انه بالامكان فك عمود المحور وتركيبه دون الحاجة الى فك العجلات وفي حالة وجود كسر لعمود المحور لمركبة محمله يمكن فكّ العمود المكسور وتغييره دون الحاجة الى تفريغ حموله المركبه ورفعها على الجكات.

- **حسابات نظام النقل:**

نسبة النقل في مجموعة الادارة النهائية:

$$C_{RF} = \frac{Zc}{Zp} = \frac{Np}{Nc} \quad \text{.........} (3\text{-}1)$$

G_{RF} : هي نسبة التروس في مجموعة النقل النهائي.

Zc : هي عدد اسنان الترس التاجي (الكرونا)

Nc : سرعة دوران الترس التاجي (أو سرعة دوران عمود المحور) وبالتالي سرعة دوران العجل(N wheel) .

Zp : عدد اسنان ترس البنيون في مجموعة النقل النهائي.

Np : سرعة دوران ترس البنيون (أو سرعة دوران عمود الجر).

$(Np=No)$: وهي نفسها سرعة دوران العمود الرئيسي لصندوق التروس عند غيار معين.

3-5) نسبة النقل الكلية (Total Gear Ratio):

يمكن حساب نسبة النقل الكلية في نظام نقل السياره وذلك كما يلي:

$$G_{RT} = G_{RG} \times G_{RF} \quad \text{.........} (3\text{-}2)$$

G_{RT} : نسبة النقل الكلية (Total Gear Ratio).

G_{RF}: نسبة التروس في مجموعة الادارة النهائية (Final drive Ratio)

G_{RG}: نسبة التروس في صندوق التروس في غيار معيّن (Gear Box)(Gear Ratio)

وبالنسبة لسرعات الدوران فإن :

$$G_{RT} = \frac{N}{Nw} \quad \text{.......(3-3)}$$

N: سرعة دوران المحرك (R.P.M.).

Nw: سرعة دوران عجلات السيارة (R.P.M.) وهي نفسها سرعة دوران عمود المحور المتصل بها.

3-6) حساب سرعة السياره(V):

يمكن حساب سرعة السياره كسرعة خطيه بوحده الاطوال بالنسبة لوحدة الزمن كما يلي:

$$V = \pi.D.Nw \quad \text{.......(3-4)}$$

V: سرعة السيارة (km/hr) .

D: قطر عجل السيارة الديناميكي (m).

Nw: سرعة دوران عجلات السيارة (R.P.M.) وهي نفسها سرعة دوران عمود المحور المتصل بالعجل.

مثال (3-1):

احسب سرعة سيارة اذا كانت تسير على غيار السرعة الثالثة حيث كانت نسبة التروس في هذا الغيار (1.5/1) فإذا علمت عدد اسنان ترس البنيون في مجموعة الادارة النهائية (10) أسنان وترس الكرونه (50) سن وقطر عجل السيارة الديناميكي يساوي نصف متر وكان المحرك يدور بسرعة (R.P.M. 3750).

الحل:

$$V = D\pi N_w$$

$$G_{RF} = \frac{Zc}{Zp}$$

$$= \frac{50}{10} = 5:1$$

$$G_{RT} = G_{RG} \times G_{RF}$$

$$= 1.5 \times 5 = 7.5$$

$$\therefore G_{RT} = \frac{N}{Nw}$$

$$\therefore Nw = \frac{3750 R.P.M.}{7.5} = 500 R.P.M.$$

$$\therefore V = \pi \times D \times Nw$$

$$= \frac{22}{7} \times 0.5 \times 500 = 785.7 \text{ m/min}$$

$$= \frac{785.7}{1000} \times \frac{1}{\frac{1}{60}} = \frac{785.7}{1000} \times \frac{60}{1} = 47.14 \text{ km/hr}$$

3-7) حساب عزم الادارة المنقول الى العجلات(T_w):

يمكن حساب عزم الادارة المنقولة الى العجلات بنفس الطريقة المعروفة في نسبة التروس

وبناءً عليه فإن عزم الادارة المنقولة الى العجلات بواسطة عمود المحور يمكن حسابه من نسبة النقل الكلية في السيارة:

$$G_{RT} = \frac{T_w}{T} \quad \text{.....(3-5)}$$

حيث أن:

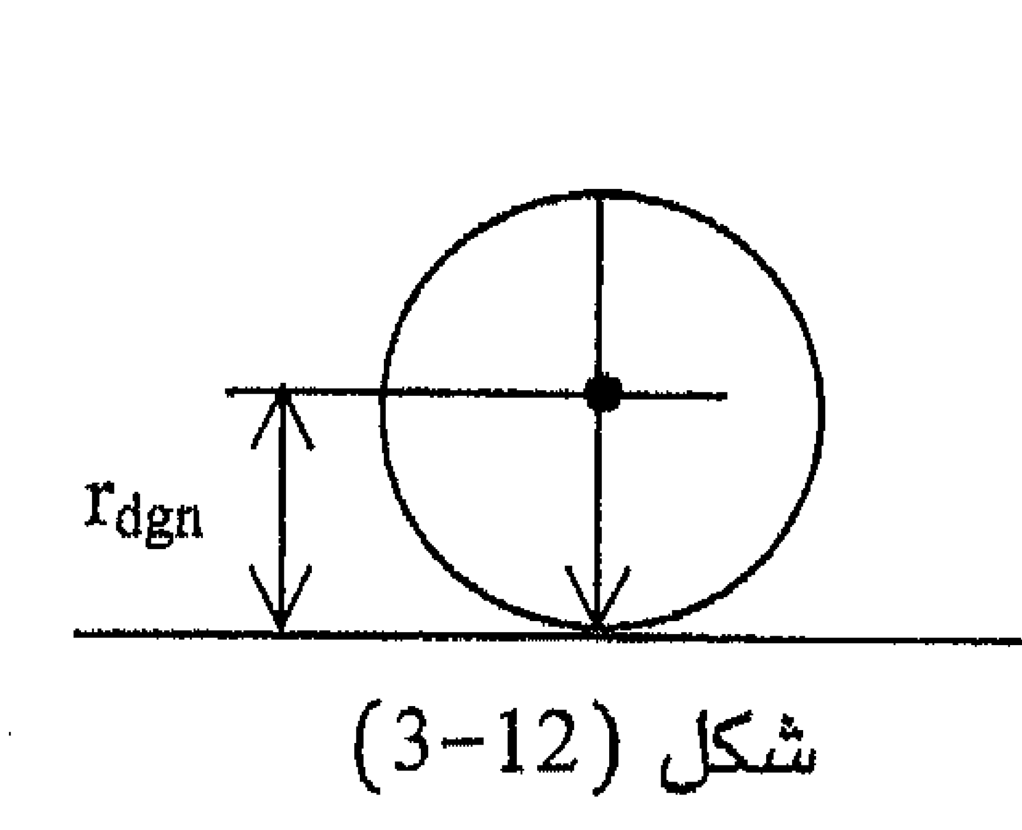
T_w : عزم الادارة المنقولة الى العجلات (N.m).

T : عزم ادارة المحرك (N.m) .

3-8) نصف القطر الديناميكي لعجل السياره:

(Dynamic Wheel Radius):

هو عبارة عن المسافة بين مركز محور العجل وسطح الطريق اثناء سير المركبة وتعتمد قيمة نصف القطر الديناميكي (r_{dgn}) للعجل على:



شكل (3-12)

1- تحميل الاطار (الوزن الواقع عليه).

2- ضغط الهواء فيه.

3- القوة الطاردة المركزية التي تنشأ نتيجة الدوران

وتكون قيم نصف القطر الديناميكي للإطارات المعطاه في جداول الاطارات محسوبة على أساس سرعة متوسطة مقدارها (60 km/hr) وقوة التحميل القصوى وضغط الهواء المقرر بالمواصفات.

❖ **حساب قوة جر العجلات على سطح الطريق:**

تحسب قوة الجر على سطح الطريق وذلك بتحديد كلاً من عزم الادارة المنقول من عمود المحور الى العجل (Tw) وكذلك نصف القطر الديناميكي (r_{dyn})

عزم الادارة = نصف القطر الديناميكي × قوة الجر

$$\text{قوة الجر} = \frac{Tw}{r_{dgn}} \quad \text{.........} (3\text{-}6)$$

مثال (3-2):

ينتج محرك سياره عزم دوران مقداره (277 N.m) عند سرعة دوران (4300R.P.M) فإذا كانت نسب نقل السرعات الاربعة لصندوق التروس هي

(3.85)(2.2)(1.4)(1) ونسب نقل مجموعة الادارة النهائيـة (3.45) احسـب مايلي علماً بأن نصف القطر الديناميكي للعجل (20cm) :

1- نسب النقل الكلية عند الغيارات الاربعة.

2- عزوم الدوران المنقولة الى العجلات في الغيارات الاربعة.

3- سرعة السيارة على الغيار الثاني.

4- قوة جر العجلات على سطح الطريق على الغيار الأول.

5- احسب عزم الادارة على عمود الكروان في الغيار الثالث.

الحل:

(1) $G_{RT1} = G_{R1} \times G_{RF} = 3.85 \times 3.45 = 13.28$

$G_{RT2} = G_{R2} = G_{RF} = 2.2 \text{ x } 3.45 = 7.59$

$G_{RT3} = 1.4 \times 3.45 = 4.85$

$G_{RT4} = 1 \times 3.45 = 3.45$

(2) $G_{RT} = \frac{T_w}{T} \Rightarrow T_{w1} = G_{RT1} \times T = 13.28 \times 277 = 3678.56 \text{ N.m}$

$T_{w2} = G_{RT2} \times T = 7.59 \times 277 = 2102.43 \text{ Nm}$

$T_{w3} = G_{RT3} \times T = 4.85 \times 277 = 1343.45 \text{ N.m}$

$T_{w4} = G_{RT4} \times T = 3.45 \times 277 = 955.65 \text{ N.m}$

(3) $V_2 = D\,\pi N_{w2}$

$G_{RT2} = \frac{N}{N_{w2}} , \Rightarrow \therefore N_{w2} = \frac{N}{G_{RT2}} \quad = 566.5 \text{ R.P.M.}$

$V_2 = \pi \times \left(\frac{20 \times 2}{100}\right) \times 566.5 = 711.5 \text{ m/min} = \left(\frac{711.5}{1000}\right) \times 60 = 42.69 \text{km/hr}$

$$\text{قوة الجر للغيار الأول} = \frac{T_{w1}}{R} = \frac{3678.5}{\left(\frac{20}{100}\right)} = 18392.8\,N$$

$$(5)\ G_{RT3} = \frac{T_o}{T},\ T_o = G.R_3 \times T = 1.4 \times 277 = 387.8\ N.m$$

3-9) المحور الخلفي (Rear Axle):

يؤمن المحور الخلفي غايات عديدة تختلف باختلاف تصميم السيارات على سبيل المثال في السيارات ذات المحركات لامامية التي تسوقها دواليبها الامامية تكون الغاية من المحور الخلفي هي مسك وتثبيت موضع الدواليب الخلفية بالنسبة لمعدات التعليق.

أما في السيارات ذات المحركات الامامية التي تسوقها دواليبها الخلفية يكون المحور الخلفي قسماً من جهاز المناقلة لنقل عزم السوق.

أما في الحالة الأولى عندما يكون المحرك في الامام والدواليب الامامية تقوم بالسوق تركب الدواليب الخلفية على محور للدوران نقط مربوط بالنوابض الخلفية وهذا المحور يحتوي على مساند الدواليب وهذه نفسها تحتاج الي الادامة.

أما في الحالة الثانية حالة كون المحرك في الامام والدواليب الخلفية تقوم بالسوق ينقل عزم السوق من العريش الدافع الى الدواليب الخلفية بواسطة جهاز التفاوت ومحور خلفي.

3-10) الدواليب (Wheels):

من صفات دواليب العجلة الأساسية هي ان تكون لها القوة والمتانة اللازمة لحمل وزن السيارة ولتوصيل عزم دوران المحرك الى الاطارات ولتحمل قوى الدفع الجانبية المختارة الناتجة عن اختلاف السرعة التي تتحرك فيها العجلة وعن اختلاف نوعية الاراضي والطرق التي تسير عليها.

ان السيارات الحديثة ذات السرعة العالية والتي تكون مركز ثقلها واطئ نسبياً تستعمل دواليب متوازنة صغيرة حيث أن انعدام التوازن في دواليب العجلة يؤثر على جهاز الاستدارة فيسبب العديد من المشاكل بالإضافة الى أنه يسبب سوفان الاطارات بسرعة لذا تستعمل في بعض الاحيان عجلات الركاب من النوع القرصي وكافة دواليب العجلات الحديثة تركب على طبلة الموقف.

3-11) **العجلات والإطارات** (Wheel & Tyres):

تلقى كل عجلة مجموعة من القوى تؤثر عليها في ثلاثة اتجاهات مختلفة :

1- القوى الرأسية وهي تنجم عن تأثير :

أ- وزن السياره.

ب- صدمات الطريق.

2- قوى التوجيه الجانبية الناجمة عن السير في المنعطفات.

3- القوى المحيطة وهي ناجمة عن:

أ- القوى الطاردة المركزية.

ب- قوى الادارة (الجر)

جـ- قوى الكبح (الفرامل).

❖ **أنواع العجلات** (Types Of Wheels):

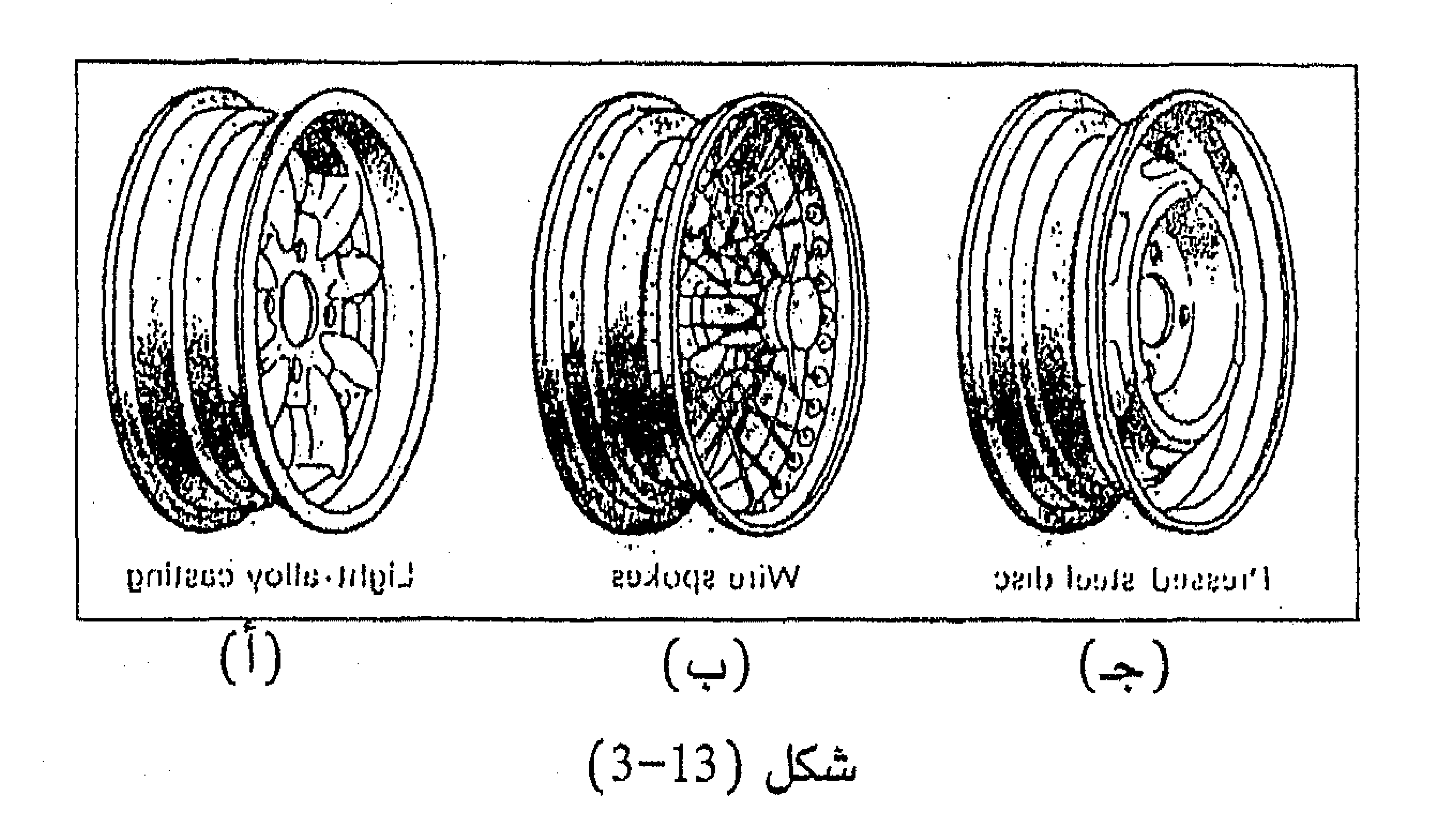
هناك عدّة أنواع من العجلات مستعملة في السيارات كما مبين في الشكل (13-3).

1- عجل الصلب المشكل بطريقة الكبس(Pressed steel construction wheel)

وهو يتكون من الأجزاء التالية:

أ- قرص العجل وهو على شكل طبق يُشكل من الصلب بطريقة الكبس ويتم لحامه مع طوق العجل.

ب- طوق العجل (Wheel Rim) وهو يصنع ايضاً من الصلب المشكل بطريقة الكبس ايضاً. ويتدرج الطوق عادة الى ثلاث درجات وهي حافة الطوق وهي تمثل الحافة الخارجية للعجل والدرجة الوسطى وهي كتف الطوق والدرجة الداخلية وهي قاع الطوق.



(أ) (ب) (جـ)

شكل (3-13)

يتم تشكيل فتحة السره وفتحات براغي الربط في قرص العجل كما يتم فتح فتحات للتهوية ايضاً في قرص العجل وذلك للعمل على ادخال تيار هوائي لتبريد الفرامل اثناء سير المركبة.

يقاس قطر العجل عادة بالنسبة لقطر الدرجة الوسطى (كتف الطوق) يمكن تقسيم اطواق العجلات الى اطواق ثابتة واخرى قابلة للفك (Detachable Rim Type) وكذلك يمكن تقسيمها الى اطواق مجزأة وأخرى غير مجزأة.

وكما يمكن تقسيم اطواق العجلات الى اطواق ذات القاع العميق واطواق ذات القاع العريض واطواق ذات الكتف المائل.. الخ.

2 - عجل السبائك الخفيفة (Light Alloy Wheel):

وهذا النوع من العجلات يُشكل من قطعة واحدة من سبائك المعادن الخفيفة السباكة (Casting) . وتمثل سبائك الالومنيوم اكثرها انتشاراً كما هو في الشكل (جـ-13-3).

تتميز العجلات المصنوعة من سبائك الالومنيوم بمايلي:

1- خفة وزنها مقارنة مع عجلات الصلب.

2- امكانية استعمال سماكات اكبر لمقطع العجل مما يعمل على توزيع الاجهادات على مساحة أوسع.

3- اتاحت المجال امام استعمال الاطارات العريضة والتي تعطي ثباتاً اكبر للسيارات وخاصة على المنعطفات وهي تستخدم بكثرة في السيارات الرياضية.

أما عيب عجلات السبائك الخفيفة فيتمثل في ضعف قدرتها على مقاومة الصدمات في ا لحوادث.

3- عجل الاسلاك الشعاعية (Wire Spoke Wheel):

يظهر في شكل (ب13-3):

يستخدم هذا النوع من العجلات مجموعة كبيره من الاسلاك الفولاذية بدل قرص العجل وتشكل الاسلاك بعد تثبيتها بناءً هيكلياً متماسكاً للعجل.

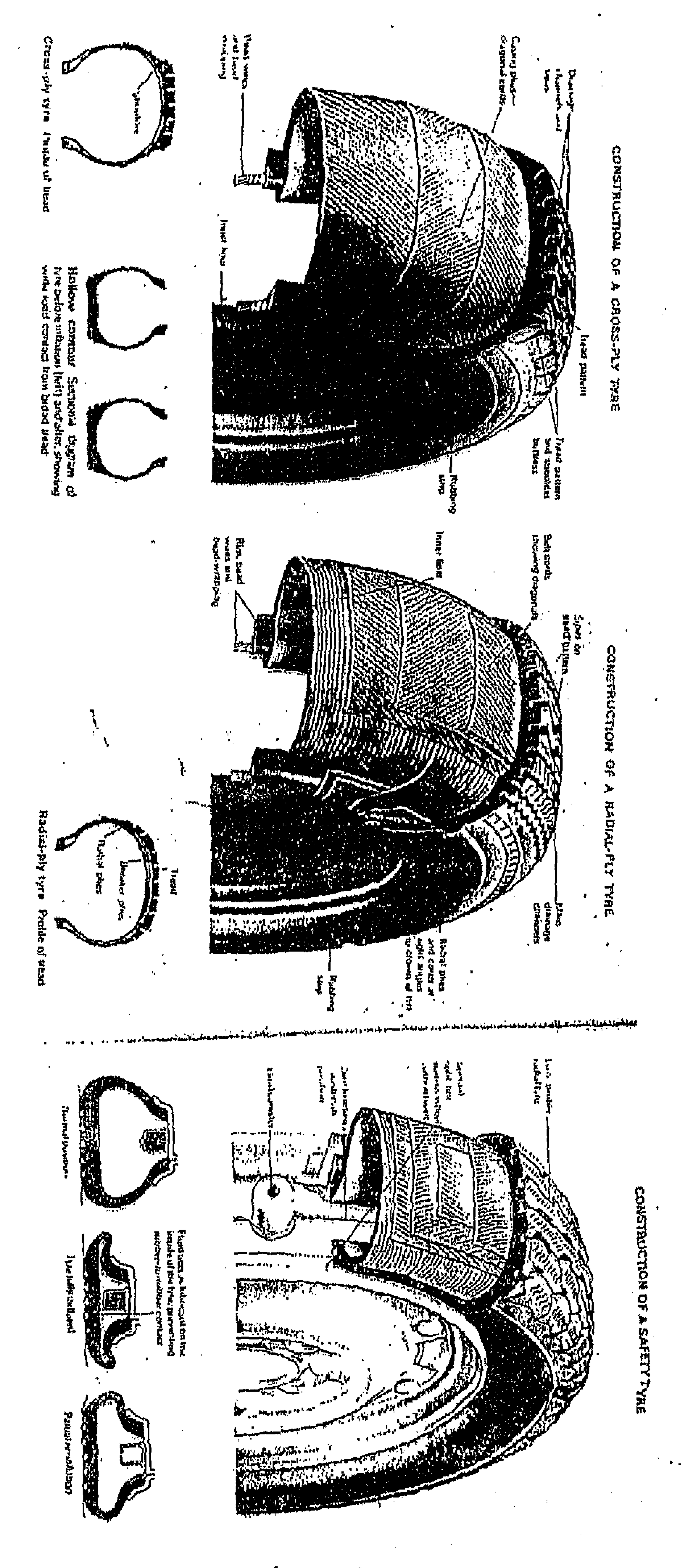
3-12) الإطارات (Tyres) :

الشروط التي يجب توفرها في اطارات السياره:

1- ان يكون سطح التلامس بين الاطار والطريق كافياً ومناسباً.

2- توفير امكانية الجر وقوى الكبح (الفرملة) الى سطح الطريق.

3- ان يتحمل القوى الجانبية التي تؤثر عليه اثناء السير.


CONSTRUCTION OF A CROSS-PLY TYRE
CONSTRUCTION OF A RADIAL-PLY TYRE
CONSTRUCTION OF A SAFETY TYRE
Radial-ply tyre Profile of tread

شكل (14-3)

كما أنها تقوم بعملية الاحكام (منع تسرب الهواء المضغوط) في حالة الاطارات بدون تبوب داخلي (Tubeless Tyre) ، تلف طبقات نسيج الهيكل حول قلب الحافة المصنوع من اسلاك فولاذية (صُلب).

يختلف عدد القلوب الفولاذية المستعملة تبعاً لحجم الاطار وقدرته على التحميل فيستخدم قلب واحد في الاطارات الصغيرة اما في اطارات الشاحنات فيصل الى ثلاثة.

(3-12-2) **المداس** (Tyre Tread):

وهو يشكل الجزء الذي يتلامس مع سطح الطريق اثناء السير. وهو يحمي الهيكل النسيجي الداخلي للإطار وتستخدم في صناعة هذا الجزء مواد ذات مقاومة عالية للاهتراء الناتج عن الاحتكاك مع سطح الطريق بالاضافة الى خواص التصاق جيده.

أما الطبقة الداخلية من المداس فتصنع من مواد مرنه لكي تفي بالشروط المطلوب توفرها في الاطار.

تتشكل الطبقة الخارجية من المداس وهي الملامسة لسطح الطريق على شكل اخاديد وهذه الاخاديد تأخذ أشكالاً متعددة والغرض منها هو حجز مياه الامطار داخل الاخاديد وتوفير امكانية التلامس المباشر مع سطح الطريق بهدف منع الانزلاق على الطبقة المائية فوق سطح الطريق.

تنص شروط الصلاحية للإطارات على انه يجب ان لايقل عمق اخاديد المداس عن (واحد مم) وإلا اعتبر الاطار غير صالح.

جوانب الاطار (Side Walls) وهي تُشكل الجدران الجانبية للإطار ويكون سمكها اقل من باقي الأجزاء حيث انها لا تتعرض للإحتكاك اثناء السير.

(3-12-3) **المطاط** (Rubber):

صنعت الإطارات قديماً من المطاط الطبيعي إلا انه لم يفي بالغرض من الناحية العملية بالإضافة الى ارتفاع ثمنه.

ولذلك فقد استخدم المطاط الاصطناعي حسب ما يلي:

1- مطاط (P.B.R) (Styrene Butadiene Rubber):

وهو يعطي التصاق بالطريق اكثر من المطاط الطبيعي وخاصة بالشتاء.

2- مطاط (P.B.R) (Poly Butadiene Rubber):

وهو اكثر مقاومة للتآكل بالإحتكاك كما أنه أكثر مقاومة للحرارة ولكنه اضعف التصاقاً بسطح الطريق من النوع الاول. مما يجعله عرضة للإنزلاق. ولهذا فإنه يخلط مع نسبة من مطاط (S.B.R).

تضاف بعض المواد الى المطاط الاصطناعي وذلك لتحسين خواصه ومواصفاته مثل الزيوت والكربون الاسود والكبريت.

تعمل هذه المواد المضافة على زيادة مقاومة المطاط للتآكل بالإحتكاك كما أنها تعمل على تصليده.

4-12-3) العوامل التي يعتمد عليها عمر الإطار:

يعتمد عمر (مدة استخدام) الاطار على العوامل التالية:

1- اسلوب قيادة السياره.

2- تحميل السياره.

3- السرعة.

4- حالة الطريق .

5- وضع العجلات واتزانها

6- ضعف الاطارات.

7- حالة ممتصات الصدمات.

3-12-5) تصنيف الاطارات:

اسس تصنيف الاطارات:

تصنف الاطارات على اثنين من أسس التصنيف:

أولاً: التصنيف على اساس طريقة احتواء الهواء داخل الاطار.

ثانياً: التصنيف على اساس طريقة تركيب الطبقات النسيجية الداخلية والتي تشكل البنية الداخلية للإطار.

أولاً: تصنيف الاطارات على أساس طريقة احتواء الهواء داخل الإطار الي نوعين:

1- اطار مزدوج (يحتوي علي تيوب داخلي) (Tubed Tyre):

يتكون هذا النوع من الاطار الخارجي بالإضافة الى اطار ناعم ورقيق (تيوب) مصنوع من مطاط البيوتيل Butyl Rubber ويحتوي الاطار الداخلي على صمام عدم ارتداد يسمح للهواء بالدخول ولايسمح له بالخروج.

2- اطار بدون تيوب داخلي (Tubeless Tyre) :

وهو شائع الاستعمال في معظم السيارات الحديثة

تصنع حواف الاطار (Tyre Bead) بدقة كبيرة لكي تنطبق باحكام على طوق العجل (Wheel Rim) كما ان طوق العجل المعدني في حالة اطار التيوبلس يجب ان يكون مصنوعاً بعناية جيده لكي يحكم الهواء ويمنع تسربه.

تزود هذه الإطارات بطبقة داخلية مطاطية على السطح الداخلي للإطار وهذه الطبقة تعمل على منع تسرب الهواء من خلال جدران الاطار وتقوم بوظيفة التيوب الداخلي في النوع الأول.

يزود طوق العجل بصمام عدم ارتداد يثبت على ثقب خاص في طوق العجل.

يمكن استعمال تيوب داخلي مع هذا النوع من الاطارات في حالة وجود عيب في العجل او في الاطار نفسه لضمان احكام الهواء.

ثانياً: تصنف الاطارات على أساس طريقة تركيب الطبقات النسيجية الداخلية إلى نوعين رئيسيين:

1- الاطارات القطرية (Cross - Ply Tyres):

وتسمى أيضاً بالإطارات العرضية شكّلت الاطارات القطرية اساس صناعة الاطارات منذ البدايةٍ فهي تحتوي على عدة طبقات من نسيج الالياف الصناعية التي تلتف عرضيا من الحافة الى الحافة وتشغل اللفة الواحدة حوالي (35°) من محيط الاطار. تتميز هذه الاطارات بركوب مريح للسياره وسهولة في تحريك نظامٍ التوجيه (السترنج) عند الاصطفاف بالإضافة الى ان كلفة تصنيع رخيصة نسبيا.

2- الإطارات الحزامية (الدائرية) (Radial - Ply Tyres):

ويعتبر هذا النوع من الاطارات الاكثر شيوعاً في الاستخدام وهو احدث من النوع الاول.

تتكون البنيه الداخلية لهذا الاطار من طبقات نسيجية اساسية تلتف من الحافة الى الحافة وتشغل اللفة (90°) من المحيط ثم يحيط بالطبقات الاساسية حزام مكون من عده طبقات نسيجية تدور حول محيط الاطار تحت المداس مباشرة وتستعمل خيوط الصلب (الفولاذ) (Steel Wire) في كثير من الاحيان لكي تعطي (قوة ومتانة للإطار) (تسليح الإطار).

وتمتاز الاطارات الحزّامية بميزات عديدة تجعلها الاكثرٍ انتشاراً فهي أكثر قوة ومتانة مقارنة بالاطارات القطرية. وتوفر التصاقاً وثباتاً اكبر على سطح الطريق. كما انها تظهر مقدرة اكبر في هذا المجال على الطريق المبتلة في الاجواء الماطرة ويعود السبب في ذلك الى الحزامٍ الصلب للإطار الذي يحافظ على مداس الاطار في وضع منبسط وملامسا لسطح الطريق خاصة على المنعطفات ويظهر الشكل (3-14) هذه الخاصية.

كما انه يساعد على ابقاء اخاديد المداس مفتوحة لتصريف المياه اثناء السير على الطرق المبتلة.

من جهة أخرى فإن عيوب الاطارات الحزامية تتمثل في انها تعطي احساساً اقل براحة الركوب اثناء السير، بالإضافة الى ان حركة نظام التوجيه عند اصطفاف تكون اثقل واقسى مقارنة بالاطارات القطرية..

3-12-6) ضغط الهواء في الإطار :

يتراوح ضغط الهواء بداخل اطارات السيارات الصغيرة بين PSI(24-30) أي ما يتراوح بين (1.6-2)Atm)) أما للسيارات الكبيرة والشاحنات فتصل الى (100PSI) يجب التقيد بقيمة الضغط الصحيحة والمقررة من قبل الشركة الصانعة عند نفخ الاطارات حيث ان هذا الضغط يوفر سيراً مريحاً للسياره ومرونه جيدة للحركة بالإضافة الى تلامساً والتصاقاً مناسباً لمداس الاطار على سطح الطريق.

يؤدي الانتفاخ الزائد او الناقص عن الحد المقرر الى مشاكل تؤثر على أداء الاطار بالنسبة للسياره اثناء القيادة اوالإيقاف او التوجيه.

3-12-7) مواصفات الاطارات وقياساتها:

أ) الأرقام والرموز:

تطبع في العادة الأرقام والرموز الخاصة بقياس الإطار على جانب الإطار.

اما العناصر التي تشملها المواصفات المذكورة فهي تكون ضمن العناصر التالية:

1- عرض الاطار (الرقم علي يسار نوع الاطار) (Tyre Width).

2- قطر العجل (الرقم على يمين نوع الاطار) (Rim Diameter) .

3- نسبة الارتفاع الى العرض (Aspect Ratio) .

4- نوع الاطار (R or C) (Tyre type) .

5-مدى السرعة (Speed Range):

بالإضافة الى علامة الشركة الصانعة.

فمثلاً اذا وجدنا الأرقام التالية على احد الاطارات (14-7.75).فهذا يعني ان عرض الاطار هو(7.75) وأن قطر العجل هو (14) .

أما الأرقام (13 175R) فهي تعني ان عرض الاطار يساوي (175mm) قطر العجل يساوي (13 inch) وان نوع الاطار هو اطار حزّامي (دائري) وهذا يدل عليه الحرف (R). وهو الحرف الاول من كلمة (Radial).

ب) حدود السرعة والمواصفات المطبوعة على الاطارات:

توضع على الاطارات احياناً رموز تبين السرعة القصوى التي يستخدم الاطار ضمنها. وهي تنحصر عادة في ثلاثة حدود فالحرف (S) يعني ان السرعة القصوى هي (180Km/hr) اي ما يساوي (113mile/hr).

اما الحرف (H) فيعني ان السرعة القصوى لاستخدام الاطار هي لغاية 130 mile/hr (ميل / ساعة) او ما يساوي (208km/hr).

أما الحرف (V) فيعني ان الاطار يصلح للاستعمال في السرعات التي تفوق (130mil/hr) اي للسرعات التي تفوق (208km/hr).

جـ) نسبة الارتفاع الى العرض في مقطع الاطار:

وتعرف هذه النسبة في مواصفات الاطارات بمصطلح (Aspect Ratio):

$$\text{Aspect ratio} = \frac{\text{ارتفاع مقطع الإطار}}{\text{عرض مقطع الإطار}}$$

تتجه الاطارات الحديثة الى زيادة العرض على حساب الارتفاع.

وعند قراءة مواصفات اطار ما كانت مطبوعة على جانبه كما يلي:

(14 R H 75 195) فيكون تفسيرها أن رقم (195) هو عرض مقطع

الاطار بالملمتر، الرقم (75) يعني ان نسبة ارتفاع الاطار الى عرضه (75٪) الحرف (H) يعني ان الحد الاقصى لسرعة الدوران المسموح باستخدام هذا الاطار عندها هي (208km/hr)، الحرف (R) يعني ان الاطار هو من نوع الاطارات المحزمة (Radial) ، الرقم (14) يعني ان قطر العجل (Rim Diameter) يساوي (14) بوصة.

3-12-8) **اتزان العجلات والاطارات** (Wheel Balance):

يتم فحص اتزان العجل مع الاطار باحدى طريقتين:

1- الاتزان الاستاتيكي (Static Balancing) .

2- الاتزان الديناميكي (Dynamic Balancing).

أما طريقة الموازنة الاستاتيكية للعجل مع الاطار فيتمثل في وضع العجل على جهاز الموازنة الاستاتيكية فإذا كان العجل غير متزن استاتيكيا فهذا يعني ان احد جوانبه يكون اثقل من جانب آخر مما يجعل فقاعة الميزان لا تستقر في المركز ولعمل موازنه للعجل تثبت اثقال خاصة على حافة طوق العجل حتى نتأكد ان فقاعه الجهاز مستقرة في المركز عند جميع الاوضاع ، تصنع اثقال الموازنة عادة من سبيكة رصاصية ويتم ختم مقدار ثقلها عليها بالأرقام.

بالنسبة للموازنة بالطريقة الديناميكية فيستخدم لهذه الغاية جهازاً الكترونيا يثبت العجل عليه وتتم ادارته بسرعة دوران عالية واذا كان العجل مع الاطار غير متزن فإن قوة الطرد المركزي التي تنشأ عن سرعة الدوران ستؤدي الى حدوث ارتجاجات (اهتزازات) (Vibration) . يعمل الجهاز الالكتروني على تحليلها.

يتم تحديد مواقع عدم الاتزان على العجل والاطار بواسطة الجهاز وبالتالي يحدد الجهاز ايضا مقدار ثقل الموازنة المطلوب تثبيته وكذلك النقطة التي يجب تثبيته عليها على حافة طوق العجل وعندما تختفي الاهتزازات اثناء دوران العجل يكون قد تمت موازنته.

الوحدة الرابعة

الهيكل

The Fram

الوحدة الرابعة

الهيكل The Fram

4-1) هيكل السيارة (Chassis):

4-1-1) مقدمة:

الهيكل عبارة عن القاعدة التي يقعد عليها اويرتبط بها بدن السيارة وملحقات اقسام السيارة المختلفة وأهم المواصفات التي يجب توافرها في الهيكل هي متانة كافية لتحمل الالتواء الناتج عن تعرض السيارة لصدمات الطريق المختلفة ولتحافظ على استقامة المجموعة المتصلة بها. ان تركيب الهيكل يعتمد على نوعية السيارة والخدمة المتوخاة منها حيث تكون هياكل السيارات عادة خفيفة نسبياً لأن الهيكل يأخذ صلابته من بدن السيارة والذي في أغلب الحالات يصنع من الفولاذ ولقد وضعت المجالات لزيادة قوة ومتانة هيكل السيارة عن طريق زيادة حجم الجسور أو الأقسام التي يتكون منها الا ان الفائدة المستحصلة من ذلك محدودة وبدلا من هذا الأسلوب يمكن استعمال نفس الكمية من المعدن لزيادة قوة السيارة حين تحصل على فائدة أفضل من اتباع الأسلوب الأول بالنسبة لسيارات الاعمال الشاقة فإن هياكلها تكون قياسية ومصممة للأغراض الشاقة المختلفة حيث يلعب بدن السيارة دوراً هاماً في زيادة قوة ومتانة هيكل السيارة.

وهو هيكل من الصلب يجب ان يكون من القوة والمتانة بحيث يستطيع دعم وحمل جسم السيارة والمحرك وحمولة السياره.

يصنع الهيكل بشكل منفصل في السيارات الامريكية وبعض السيارات الاوروبية.

وقد صُنعت قديماً من جسر (Beam) ذو مقطع على شكل حرف U وهو من الصلب المكبوس ويتكون من جسرين جانبيين (Side Members) وجسور

عرضية متقاطعة (Cross Members) تأخذ عادة شكل (X) وذلك بهدف زيادة تحمل الهيكل لقوى اللّي.

أما الشاسيهات الحديثة فهي ذات مقطع صندوقي (Box) للجسرين الجانبيين بالإضافة الى الجسور العرضية المتقاطعة ومن الجدير بالذكر ان الارضية (ارضية جسم السياره)، تكون مرتفعة نوعاً ما في هذه الشاسيهات .

4-1-2) هياكل عجلات الركاب:

تصنع هياكل سيارات الركاب من سكك جانبية وجسور عرضيه والواح تقوية تلحم بعضها البعض لاجل تأمين متانة وصلابة جيدة بالاضافة الى قلة الوزن.

وعادة لايزيد عرض الهيكل من الامام عن (30) عقدة وذلك جتى يسهل استعمال اقصر استدارة ممكنة.

اما من الخلف فإنه قد يصل الى (48) عقدة لزيادة استقرارية العجلة.

4-1-3) هياكل عجلات النقل:

ان هياكل عجلات النقل التي لاتزيد سعتها عن (طن) تكون شبيهة لهياكل عجلات الركاب اما بالنسبة الى عجلات النقل الثقيلة فإن هياكلها تتكون من قنوات حديدية ، السكك الجانبية تكون موازية لبعضها البعض والمسافة تكون محصورة حسب قياسات عالمية لتسمح بتركيب جهاز المناقلة وجهاز المحول والمحاور الخلفية وأقسام العجلة الاخرى المختلفة اماالعجلات التي تستعمل لاغراض السحب والرفع فتضاف اليها جسور إضافية لتقوية السكك الجانبية ومقاومة الاجهاد الناتج عن السحب والرفع.

4-2) أنواع الهياكل:

إن الشاسيهات تصنف الى الانواع التالية:

1- هيكل شاسي ذو مقطع صندوقي (Box Frams Chassis) وهـو منفصل عـن جسم السيارة ويوفر قاعدة ذات بناء قوي ومتين وسهل الاصلاح اذا تعرض جسم السيارة للصدمات.

2- هيكل شاسي شكل (X Frame Chassis) وهـو يستعمل لسيارات السباق الرياضية.

3- الشاسي المسطح (Platform Type Shassis).

وهو يُسمى ايضاً شاسي الارضية المقوى (Reinforced Floor Chassis)

ويستعمل في انواع عديده من السيارات وهـو يشكل من الصلب بطريقة الكبس ويحتوي على ثنايا تلائم اجزاء السياره السفلية وهـو يشكل ارضية السياره ايضاً كما يحتوي على دعامات لتقويته.

3-4) منظومة التعليق (Suspension System):

إن الغاية الأساسية من منظومة التعليق هي حمل واسناد وزن العجلة لذا فإنها من الأقسام المهمة فيها وتزداد اهميتها بصورة خاصة بالنسبة الى السيارات التي تكون ثقيلة جداً ومصممة للعمل في مختلف الظروف القاسية لذا فإن هذه المنظومة يجب ان تؤمن الاستقرار حتى عند سير العجلة في اراضي وعره كما أن منظومات التعليق في سيارات النقل بالإضافة الي أنها تؤمن واسطة لامتصاص الاهتزازات والصدمات الناتجة عن وعورة الطريق فإنها يجب ان تعطي السائق حرية الاستدارة التامة أما بالنسبة الي العجلات المسرفة فإن المنظومة يجب ان تمنع غوص العجلة في الاراضي الرملية والوعرة بسبب ثقلها بالاضافة الى امتصاصها للصدمات والهزات الناتجة عن وعورة الطريق.

يقوم نظام التعليق بالوظائف التالية:

1- الإقلال من صدمات الطريق اثناء السير وامتصاصها.

2- ضمان تلاصق ثابت قدر الامكان بين العجلات والطريق.

3- تأمين الراحة لركاب السياره وحمولتها والمحافظة على اجزاء السياره المحمولة على الهيكل من التلف.

1-3-4) أنواع أنظمة التعليق:

تتنوع نظم التعليق الى الانظمة التالية:

1- التعليق بالنوابض الفولاذية.

2- التعليق بالنوابض الهوائية.

3- التعليق بالنوابض الهيدروليكية.

1- التعليق بالنوابض الفولاذية:

وهي عبارة عن نوابض (زمبركات) تصنع من الصلب السبائكي والذي تتم معاملته حرارياً بطريقة خاصة ويتم (تصليد) هذه النوابض مما يعطيها متانة عالية ومقاومتها للإنهيار والكسر. ويجب الانتباه الى عدم تعريض هذه النوابض للهب مباشرة لأن من شأن ذلك تغيير خواصها واضعافها.

وتتنوع النوابض الفولاذية الى تصاميم عدّة كمايلي:

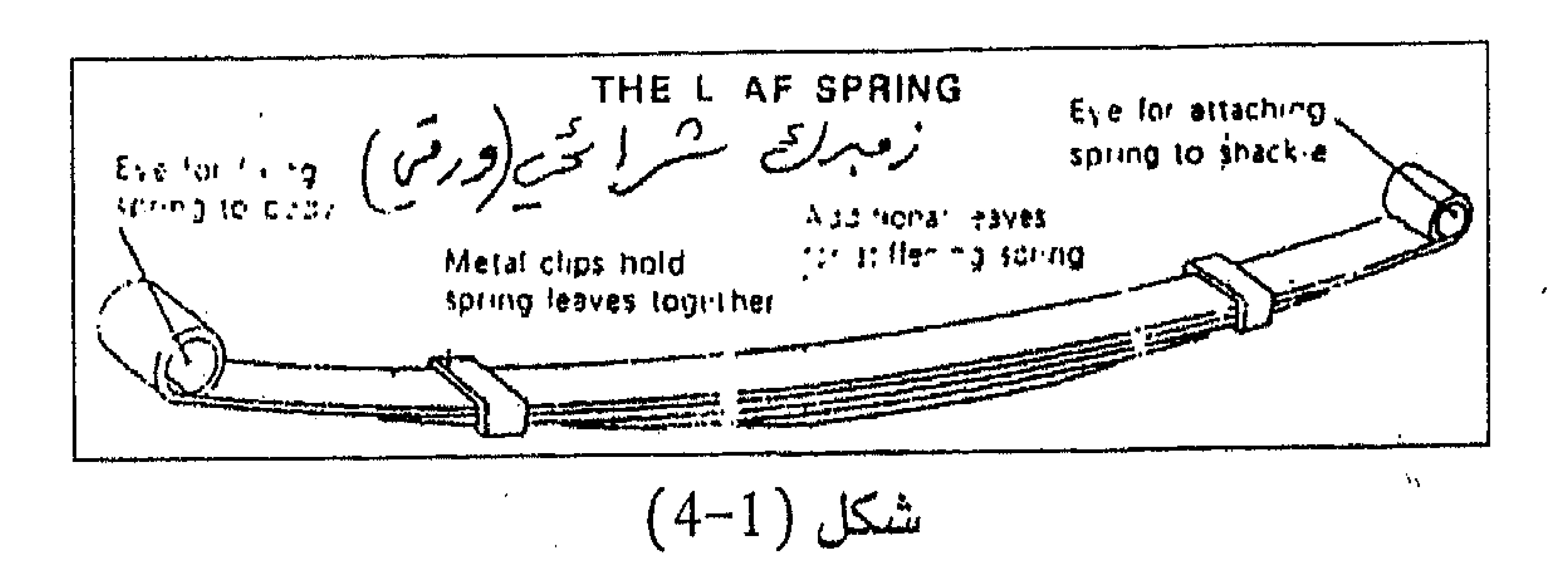
أ- النوابض الورقية (الريش) Leaf spring

ب- النوابض الحلزونية (اللولبية) Coil springs

جـ- القضبان الالتوائية Torsion bars

(أ-1) النوابض الورقية: وتسمى زمبركات الريش(Leaf Springs):

وهي تستخدم في نظام التعليق الخلفي وهو عبارة عن مجموعه من شرائط من الصلب السبائكي يجمع عدد منها فوق بعضها البعض وبأطوال مختلفة بحيث تكون منطقة الوسط اسمك الاجزاء وذلك لمقاومة اجهاد الانحناء الذي يؤثر في الوسط والناتج عن تحميل جسم السيارة على الزمبرك كما مبين في الشكل (1-4).



شكل (4-1)

❖ **طريقة التثبيت:**

يثبت الزمبرك الورقي في منتصفه مع غلاف المحور الخلفي بشكل محكم باستخدام مرابط خاصة كما تستخدم قوامط خاصة لمنع الانزلاق الجانبي للشرائح عن بعضها.

يتشكل طرفي الزمبرك الورقي على هيئة لفة اسطوانية ويرتكز عليها هيكل السياره بواسطة مسمار ووصلة تعليقه خاصة تسمح بالاستطالة او القصر للزمبرك الورقي أثناء السير وتسمى (Shackle Link) .

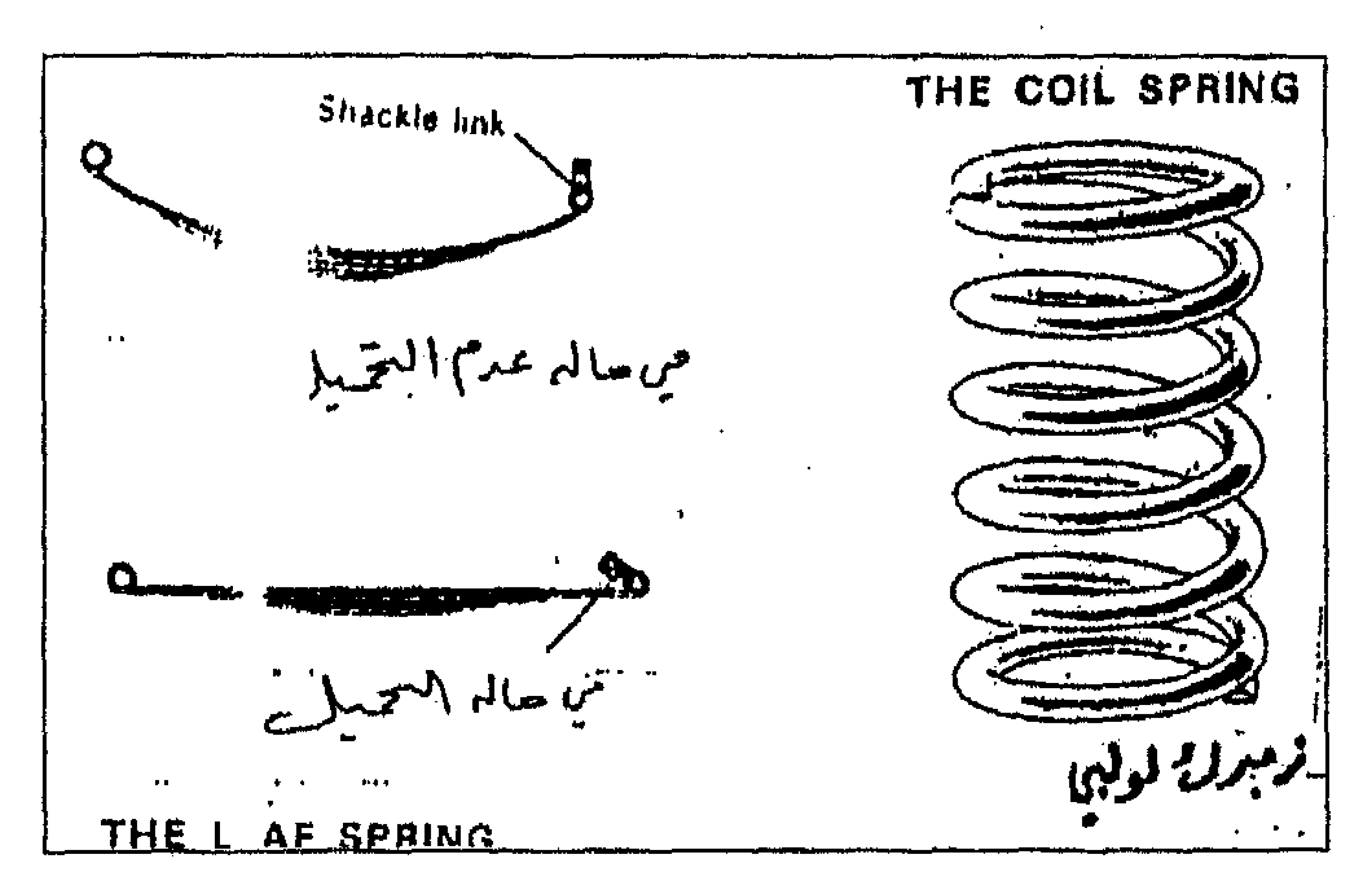
ب-1) النوابض (الزمبرك اللولبي) (Coil Spring):

وهو عبارة عن قضيب ذو مقطع دائري من الصلب المشكل والمعالج حرارياً بطريقة خاصة ليكتسب صفة الزمبركية يُلف القضيب بشكل لولبي لاحظ الشكل (4-2).

يعمل الزمبرك اللولبي في نظام التعليق المستقل للعجلات نظراً لصغر الحيز اللازم له، ويمتاز هذا النوع بخفة وزنه.

كما يتيح الحيز الاسطواني الداخلي الحر للزمبرك تركيب ممتص الصدمات بداخله.

تقوم الزمبركات عموماً بتلقي الصدمات اثناء السير وتحويلها الى اهتزازات ثم تأخذ هذه الاهتزازات بالتلاشي بشكل تدريجي .



شكل (4-2)

شكل (4-3)

جـ-1) القضبان الالتوائية (قضبان اللّي) (Torsion Bars):

تنتج قضبان اللّي من اجود الخامات المستعملة في صنع النوابض وتثبت هذه القضبان اما في اتجاه موازي لمحور السياره الطولي او في اتجاه مستعرض عليه.

تعمل قضبان اللي على منع الميل عند السير في المنعطفات وكذلك الهبوط عند الفرملة كما موضح في الشكل (4-3).

2- التعليق بالنوابض الهوائية (Air Suspension):

يعتبر من أكثر انواع النوابض الحديثة المتطورة انتشاراً ويستخدم لسيارات الاستخدام الركوب وكذلك لسيارات الخدمة العامة وخاصة الحافلات.

❖ أجزاؤه العامة:

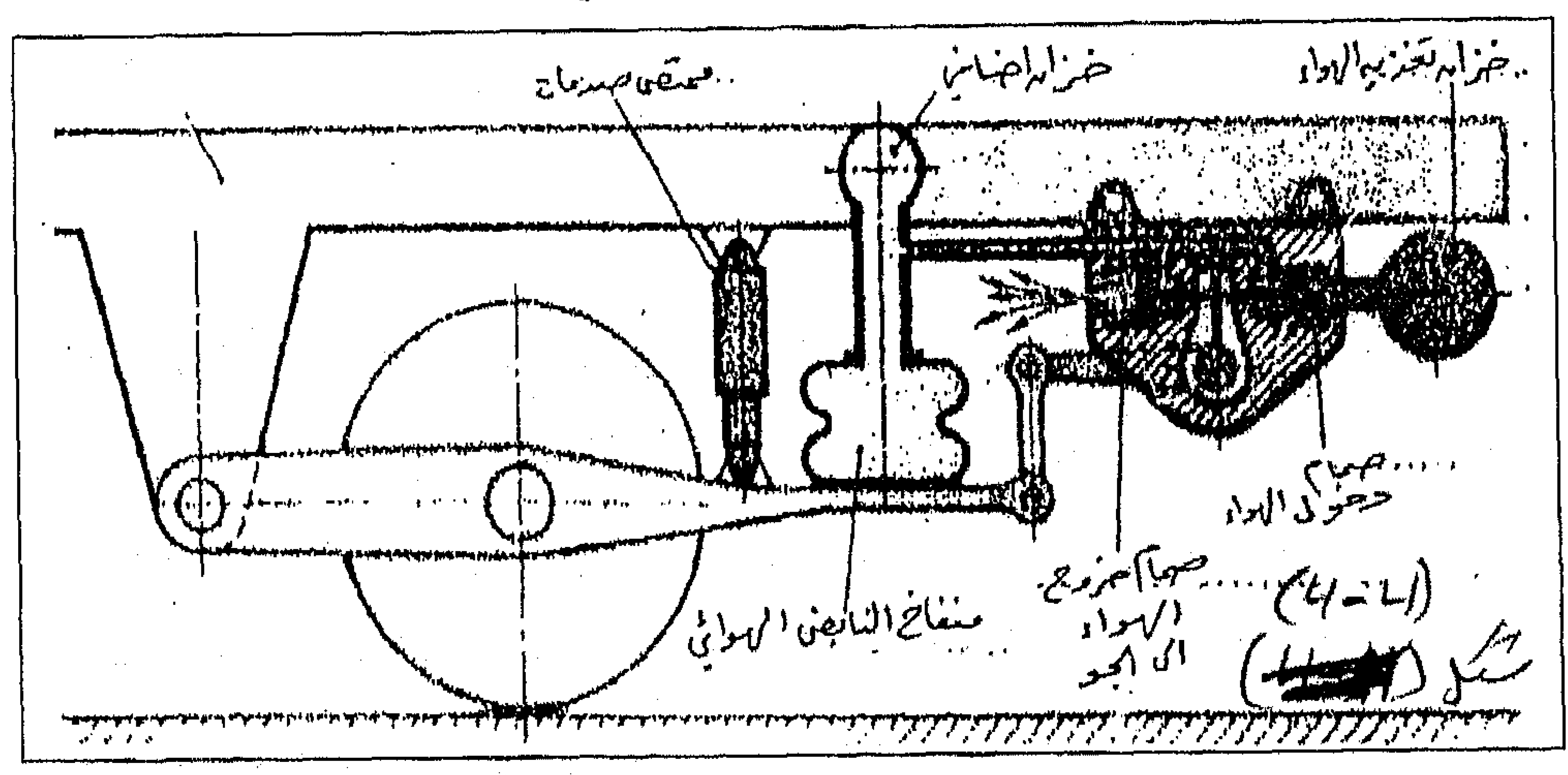
يحتوي هذا النظام على تجهيزه خاصة بتزويد الهواء وهي عبارة عن ضاغط هواء (Compressor) وكذلك خزان للتغذية يتم ضغط الهواء به حتى حدود معينة وتستخدم صمامات خاصة لتنظيم الضغط (Pressure Relief (Valves .

ومن النظم الهوائية المستخدمة:

أ- نظام النابض الهوائي المفتوح.

ب- نظام النابض الهوائي شبه المغلق.

النظام الهوائي المفتوح يستخدم في الشاحنات والمقطورات والحافلات وفيه يخرج الهواء العائد من المنفاخ النابض الى الجو عبر صمامات تنظيم الضغط ويستخدم ضاغط الهواء الذي تغذي نظام الفرامل الهوائى في الشاحنات لتغذية نظام التعليق الهوائى ايضاً كما في الشكل (4-4) .

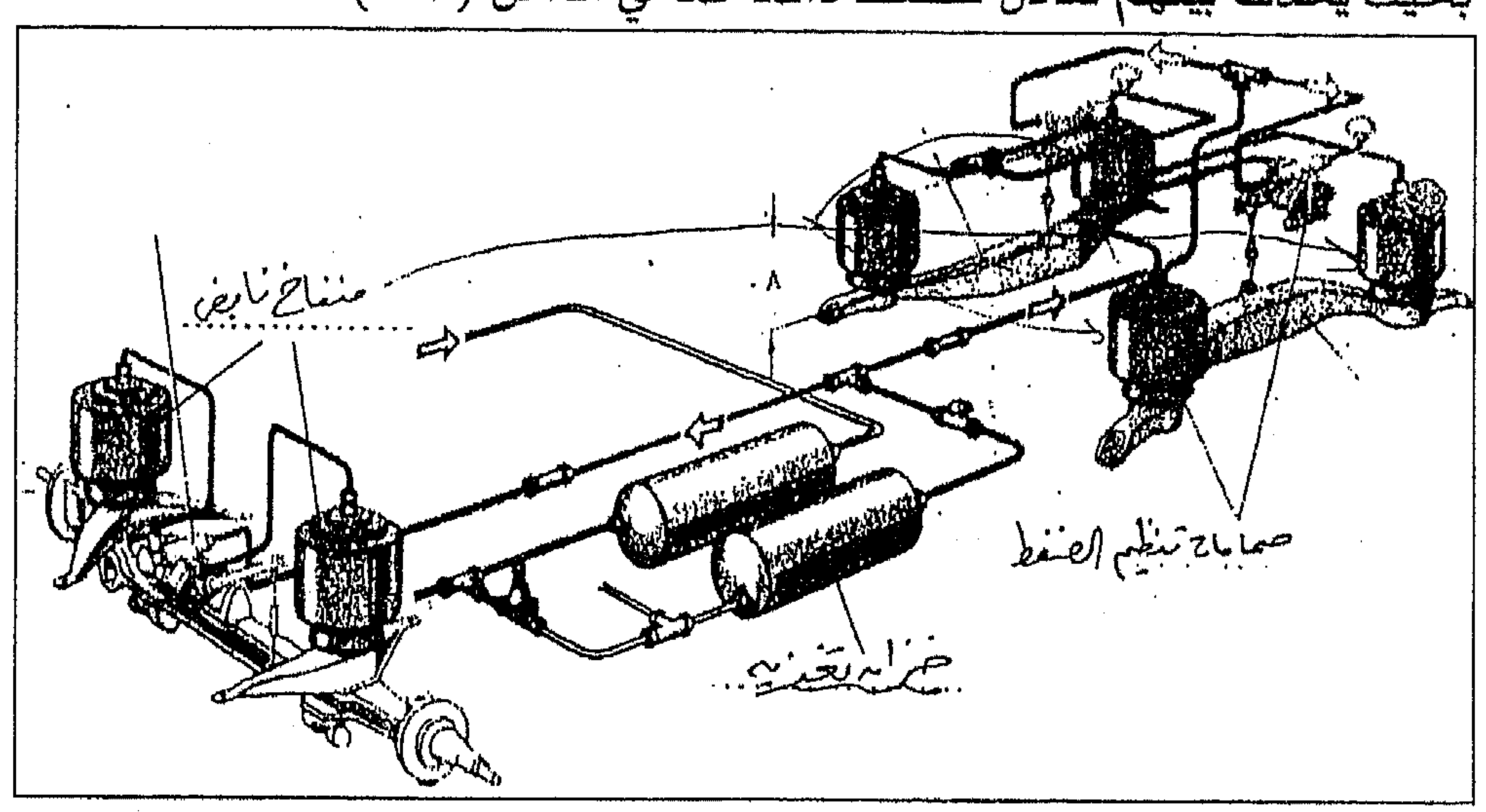


شكل (4-4) (مخطط لنابض هوائى في مقطورة)

وأما النظام الهوائي شبه المغلق فهو يستخدم في سيارات ركوب الاشخاص ذات الكلفة العالية يستخدم ضاغط هواء يدار من قبل المحرك ويحتاج الى قدره

في حدود (0.75) كيلو واط كما يستخدم خزان للهواء وصمام لتنظيم الضغط ومنافيخ النوابض الهوائية مصنوعة من مطاط ذو بطانه من نسيج النايلون.

وترتبط منافيخ النوابض الهوائيةٍ في المحور الخلفي مع بعضهما بوصلة بحيث يحدث بينهم تعادل للضغط دائماً كما في الشكل (5-4).

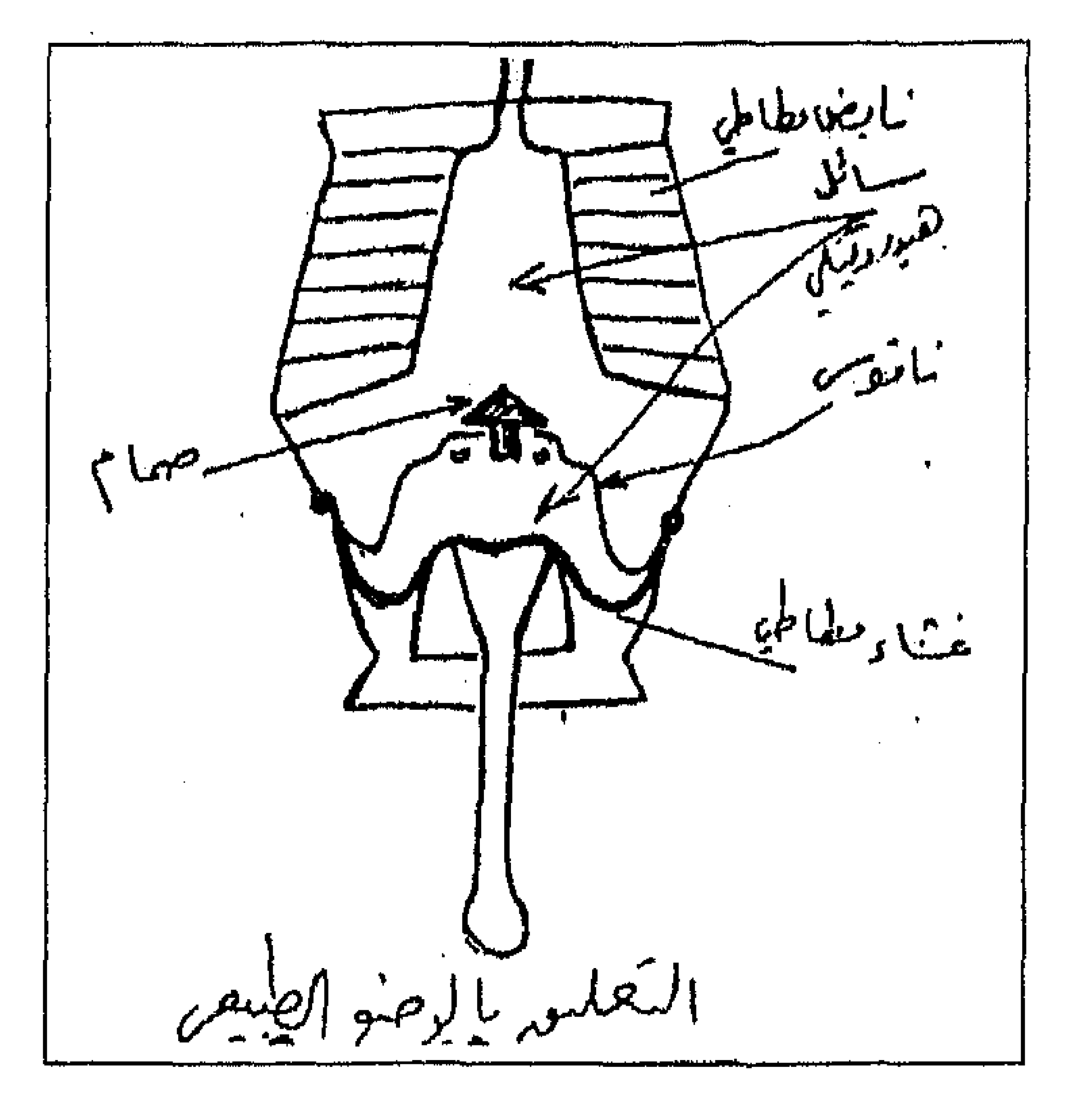


شكل (5-4) نظام تعليق بالنوابض الهوائية لحافلة

3- **التعليق بالنوابض الهيدروليكية** (Hydraulic Suspension):

يُكوّن النابض وممتص الصدمات في هذا النوع من التعليق وحدة متكاملة يستخدم نظام التعليق الهيدروليكي سائل هيدروليكي هو عباره عن خليط من الماء والكحول بنسبة (50%) ويضاف اليه نسبة صغيرة من وسيط مقاوم للصدأ.

يحتوي النابض الهيدروليكي على نابض مطاطي في الجزء العلوي من حيّزه كما أنه يحتوي على ناقوس يفصل حيزه الداخلي الى جزئين علوي وسفلي ويوجد ثقوب في منتصف الناقوس يتحكم به صمام خاص ويتواجد السائل الهيدروليكي في داخل حيز النابض كما في الشكل (6-4):



شكل (6-4) (نابض هيدروليكي)

4-3-2) **نظام التعليق المستقل** (Indepependent Front Suspension):

❖ **استخدامه:**

يستخدم هذا النظام بشكل كبير وعلى نطاق واسع في تعليق العجلات الامامية بشكل خاص.

يوفر نظام التعليق المستقل مزايا عديده تتمثل في مايلي:

1- يتحرك كل عجل من العجلات الامامية على سطح الطريق ذات النتوءات بشكل منفصل ولا يؤثر على العجل الآخر وبذلك يوفر استقراراً وثباتاً اكثر وراحة اكبر للركاب وخاصة على الطرق الوعره.

2- يبقى العجل مرتكزاً على سطح الطريق ولاينفصل عنها وخاصة على الطريق غير المستوية.

3- يخدم بقاء زاوية الكاستر للعجلات اكثر ثباتاً من النظام التعليق الغير مستقل.

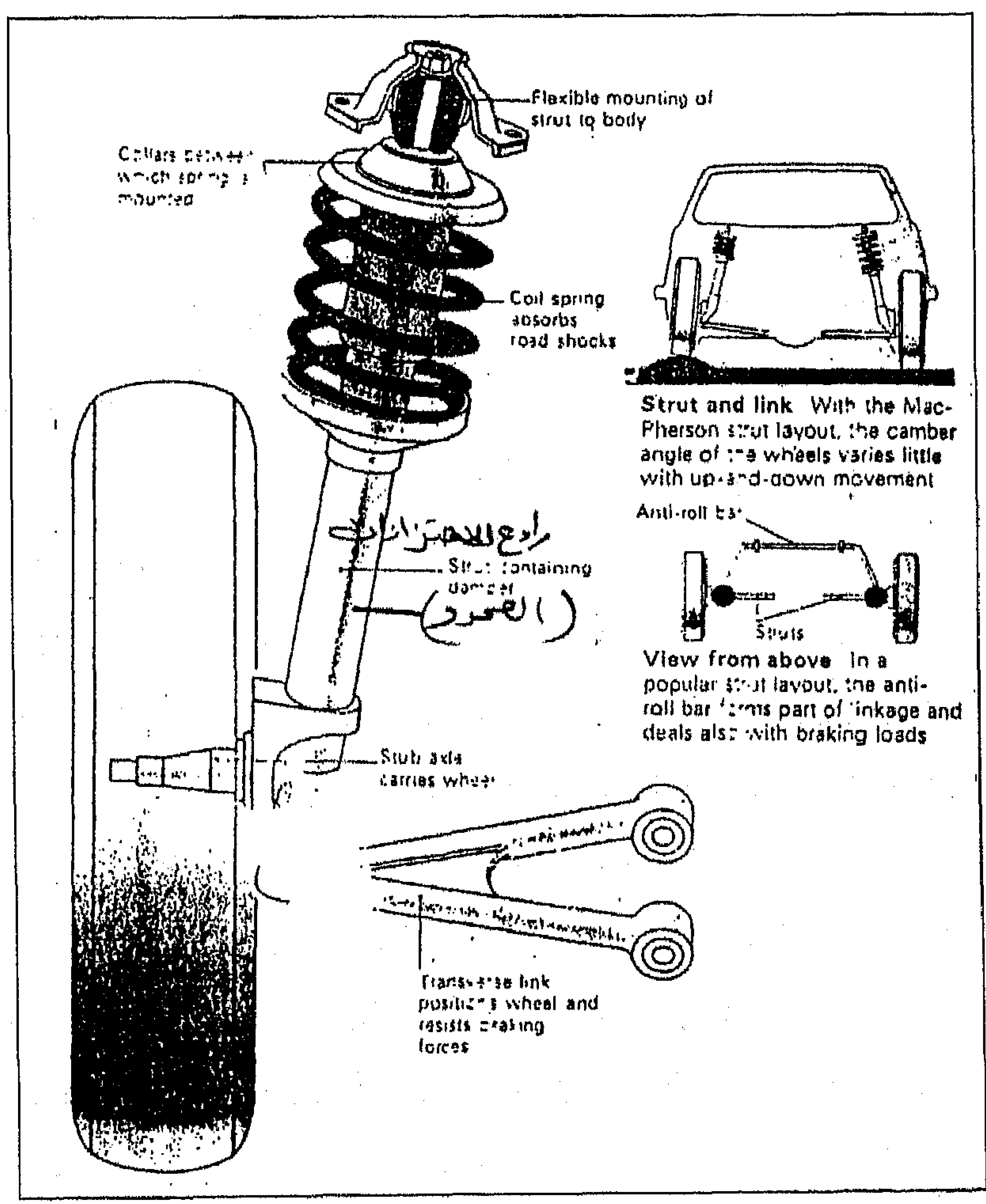
من تصاميم نظام التعليق المستقل الشائعة الاستعمال تصميمين هما:

أ- نظام تعليق ماكفرسون (Mac Pherson Strut)

ب- نظام تعليق الكفات المزدوج (Double Wishbone Suspension)

أ) نظام تعليق ماكفرسون (Mac Pherson Strut System):

هو احد تصاميم نظام التعليق المستقبل وهو منسوب الى احد مهندسي شركة فورد وسمي باسمه. وهو يتكون من الاجزاء التالية كما هو في الشكل (7-4):



شكل (7-4)

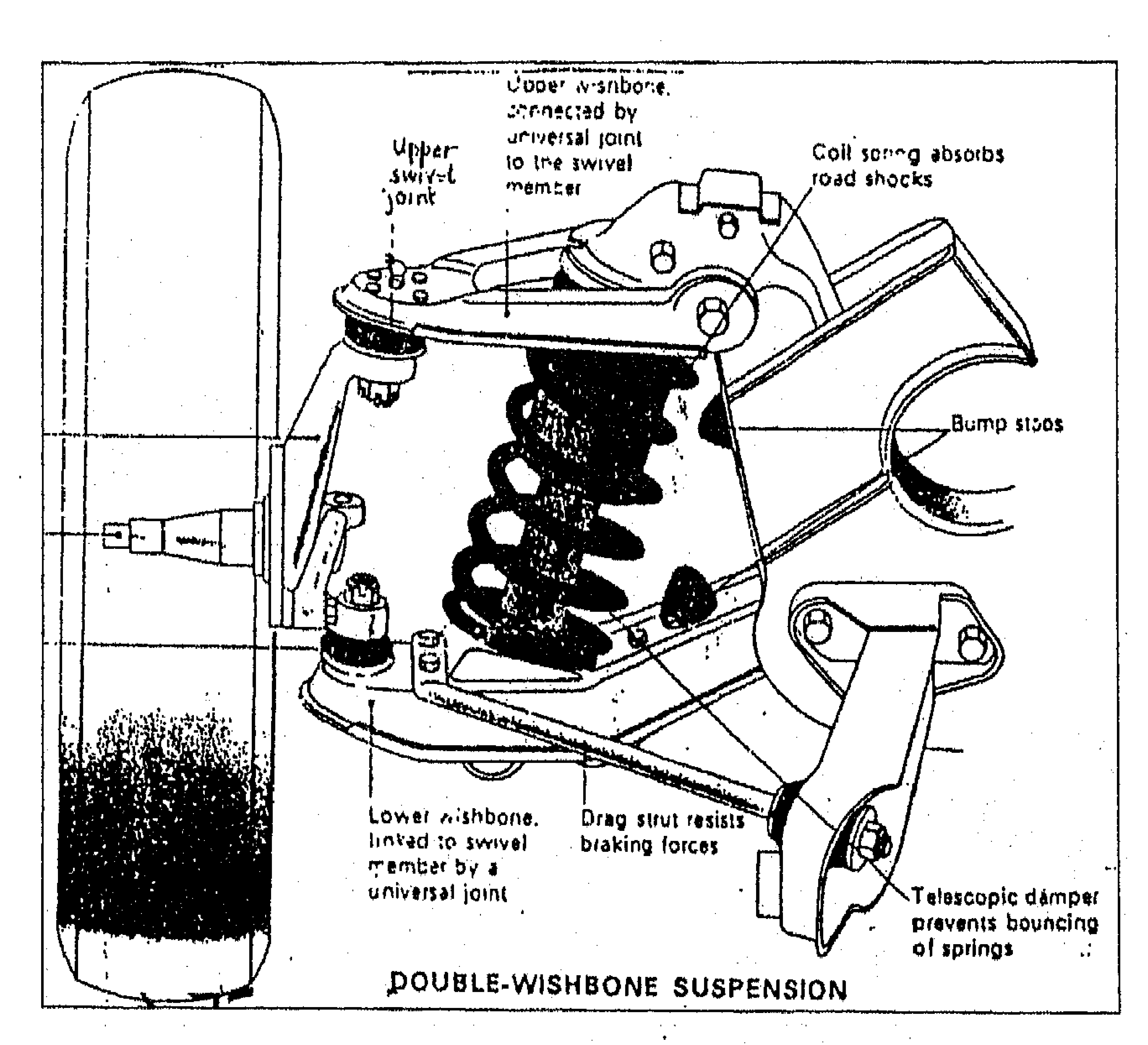
أ- وصلة مستعرضة اسفل محور العجل تتصل مع حامل العجل بواسطة وصلة كروية (جوزة) وتتألف من ذراعين بينهما زاوية لمنع العجلات من الميل عند تسليط ضغط على هذا النظام.

ب- العمود (الدعامة العمودية): وهو يحتوي على ممتص صدمات تلسكوبي ويرتكز على حامل العجل.

ج- الزمبرك اللولبي: وهو يحيط بممتص الصدمات ويحمل على الجزء العلوي من الدعامة العمودية.

ب) نظام تعليق الكفات المزدوج (Double Wishbone Suspension System):

يتكون من الأجزاء التالية كما في الشكل (8-4):



الشكل (8-4)

1-كفتان علوية وسفلية مثبتة مفصلياً مع هيكل السياره من جهة ومثبتة مع حامل محور العجل بواسطة وصلات كروية من جهة أخرى.

2- ممتص الصدمات الهيدروليكي: وهو مثبت بين الكفتان بشكل يميل عن الوضع الرأسي بزاوية معينه.

3- زمبرك لولبي: وهو يحيط بممتص الصدمات ويقع بين الكفتين.

يعتبر نظام الكفات المزدوج من أكثر نظم التعليق المستقل استعمالاً وخاصة في التعليق الامامي.

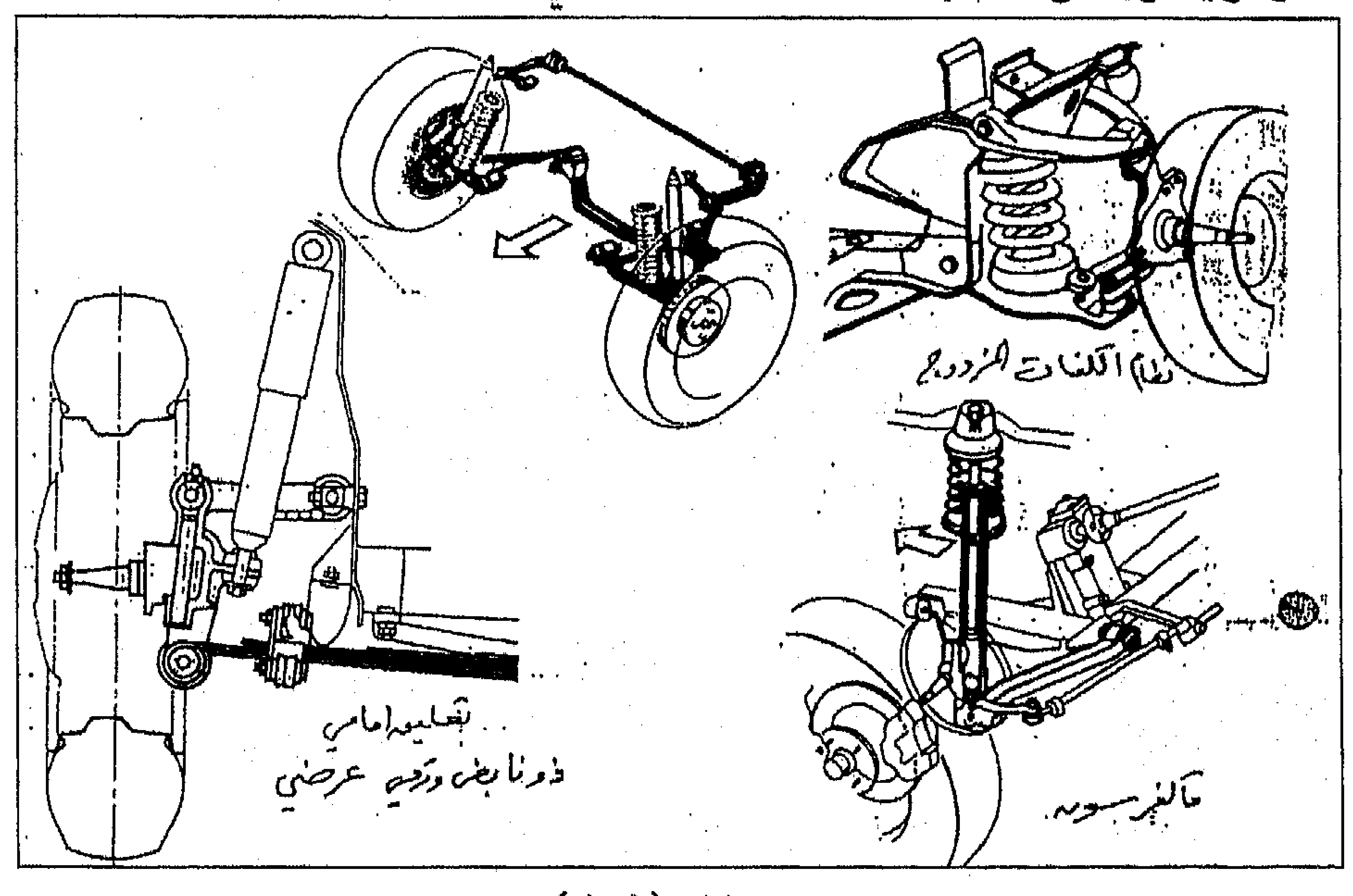
4-3-3) نظام التعليق الخلفي (Rear Wheel Suspension):

من أشهر النظم المستعملة في التعليق الخلفي:

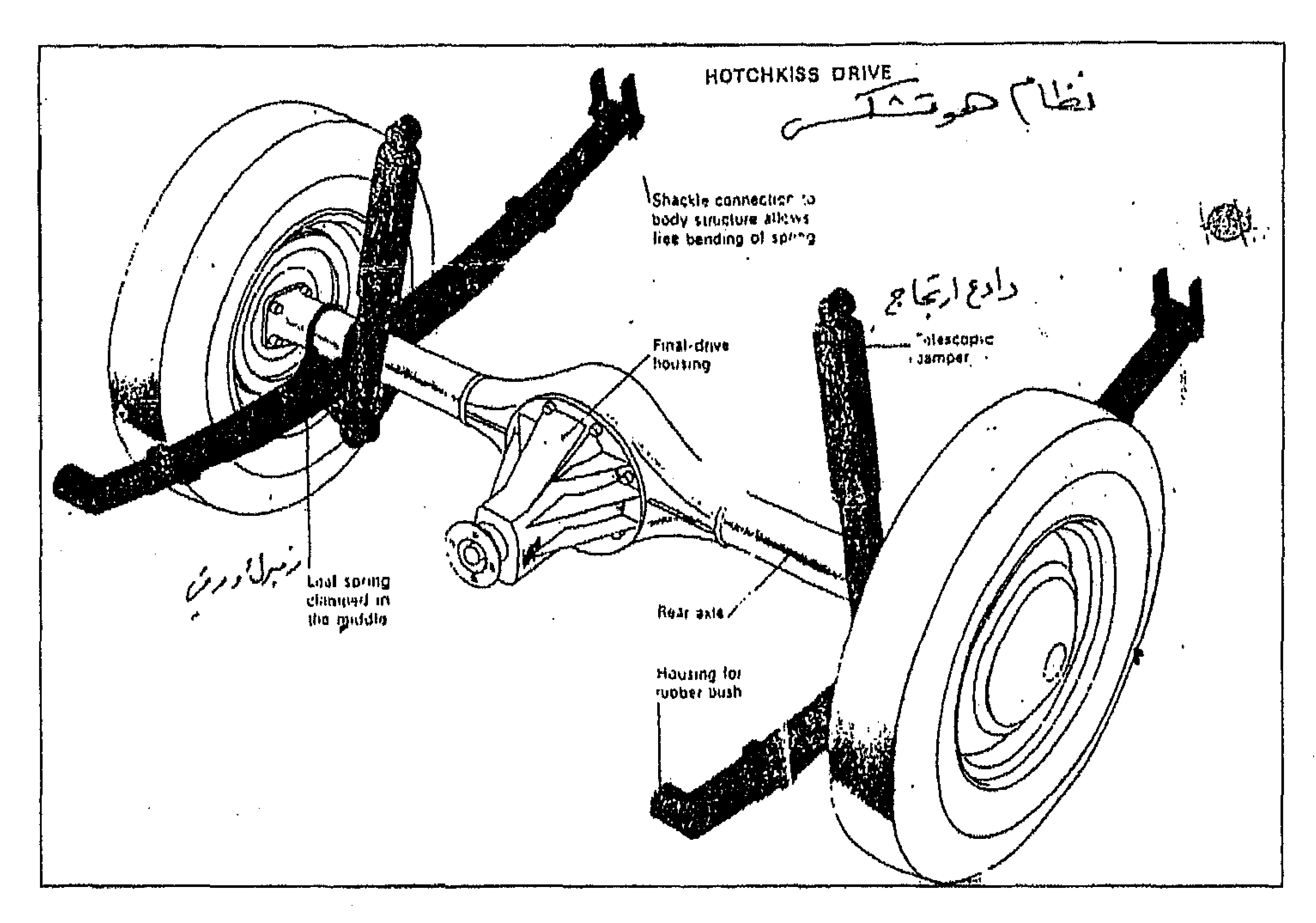
أ- نظام ذراع التعليق (Trailing Arm System) الشكل (4-9).

ب- نظام هوتشكس (Hotchkiss Drive System).

وهو يتكون من الاجزاء التالية التالية كما في الشكل (4-10) :



شكل (4-9)



شكل (10-4)

1- زمبركات ورقية (Leaf Springs):

وعددها اثنان يثبت بالقرب من العجلات على المحور الخلفي ويثبت هيكل السيارة على أطراف الزمبركات الورقية.

2- ممتص الصدمات (Shock Absorbers):

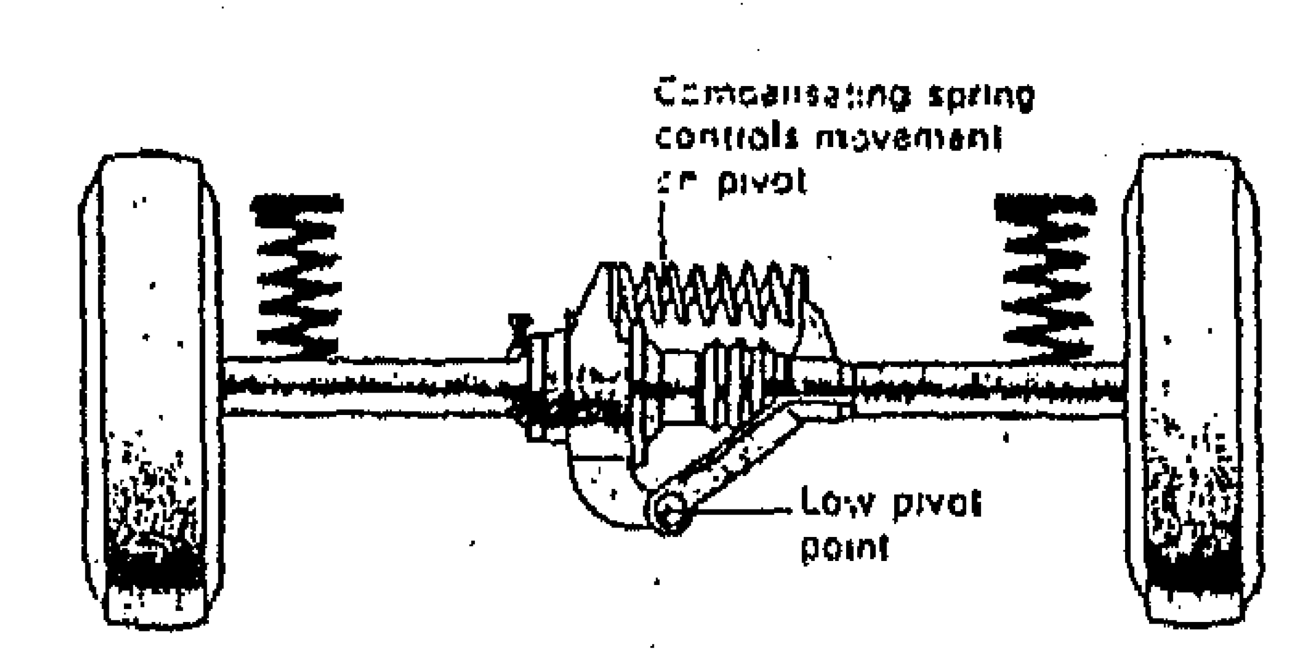
وعددها اثنان وتثبت على قواعد خاصة أسفل المحور الخلفي بالقرب من مرابط الزمبركات الورقية.

❖ **مواصفاته:**

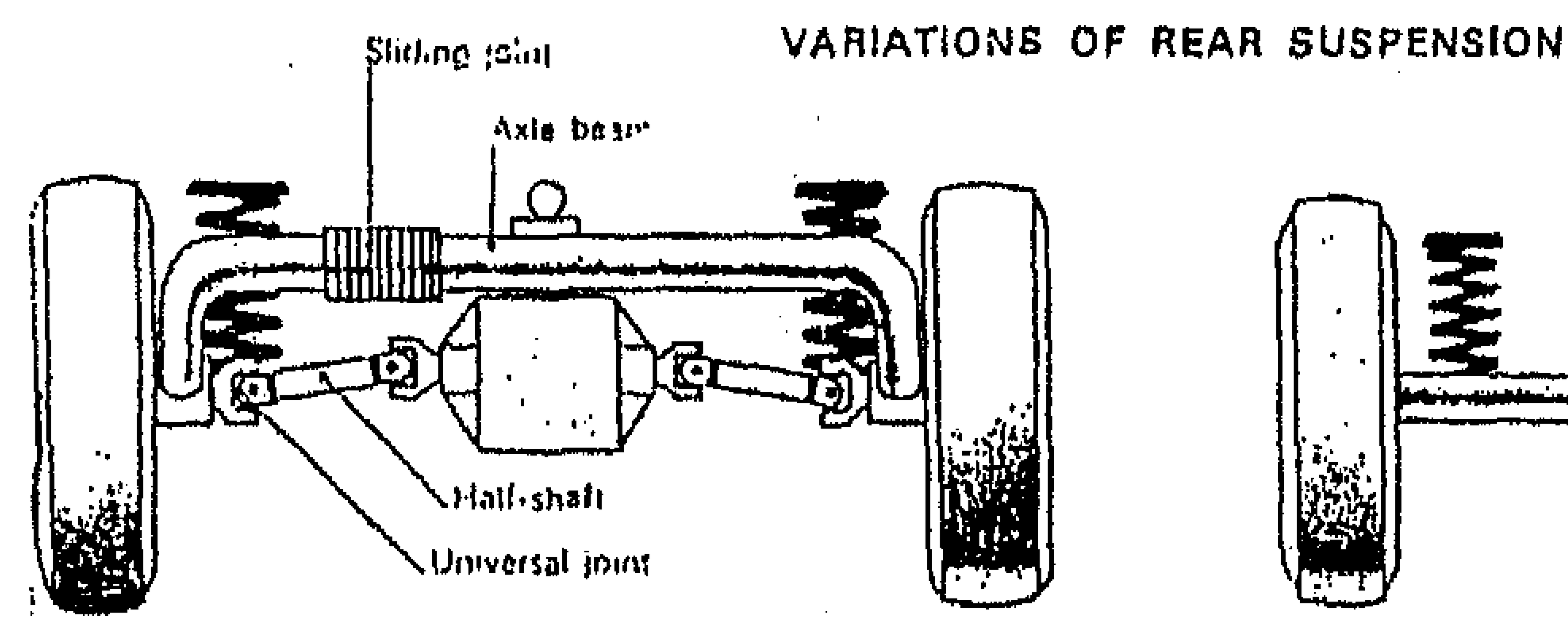
يعتبر نظام هو تشكس نظام تعليق غير مستقل حيث ترتبط العجلتين الخلفيتين معاً بالمحور الجاسيء (الغير مرن) ويستعمل هذا النظام غالباً في مركبات الخدمة العامة (الشاحنات) و (الباصات) .. الخ، اما سيارات ركوب الاشخاص الصغيرة فيستعمل بها نظام التعليق المستقل للعجلات الأربعة حيث

تتحرك كل عجلة من العجلات الأربعة على حده غير متأثرة بحركة العجلات الأخرى.

هناك أنواع أخرى من نظام التعليق الخلفي كما مبين في الأشكال (4-11) و (4-12).



Mercedes-Benz This is a complex variation of the swinging half-axle system; the axle tubes move on a pivot below the final-drive housing. Movement is controlled by a hydro-pneumatic compensating spring



de Dion This is not a true independent suspension: the axle links the wheels but does not carry the differential and drive. These are mounted separately, thus freeing axle ... shaft and wheel drive

شكل (4-11) مرسيدس

شكل (4-12) دي ديون

4-4) ممتص الصدمات (Shock Absorber):

ويسمى أيضاً كاتم الاهتزازات الهيدروليكي (Hydraulic Damper) كما يسمى أيضاً رادع الارتجاج.

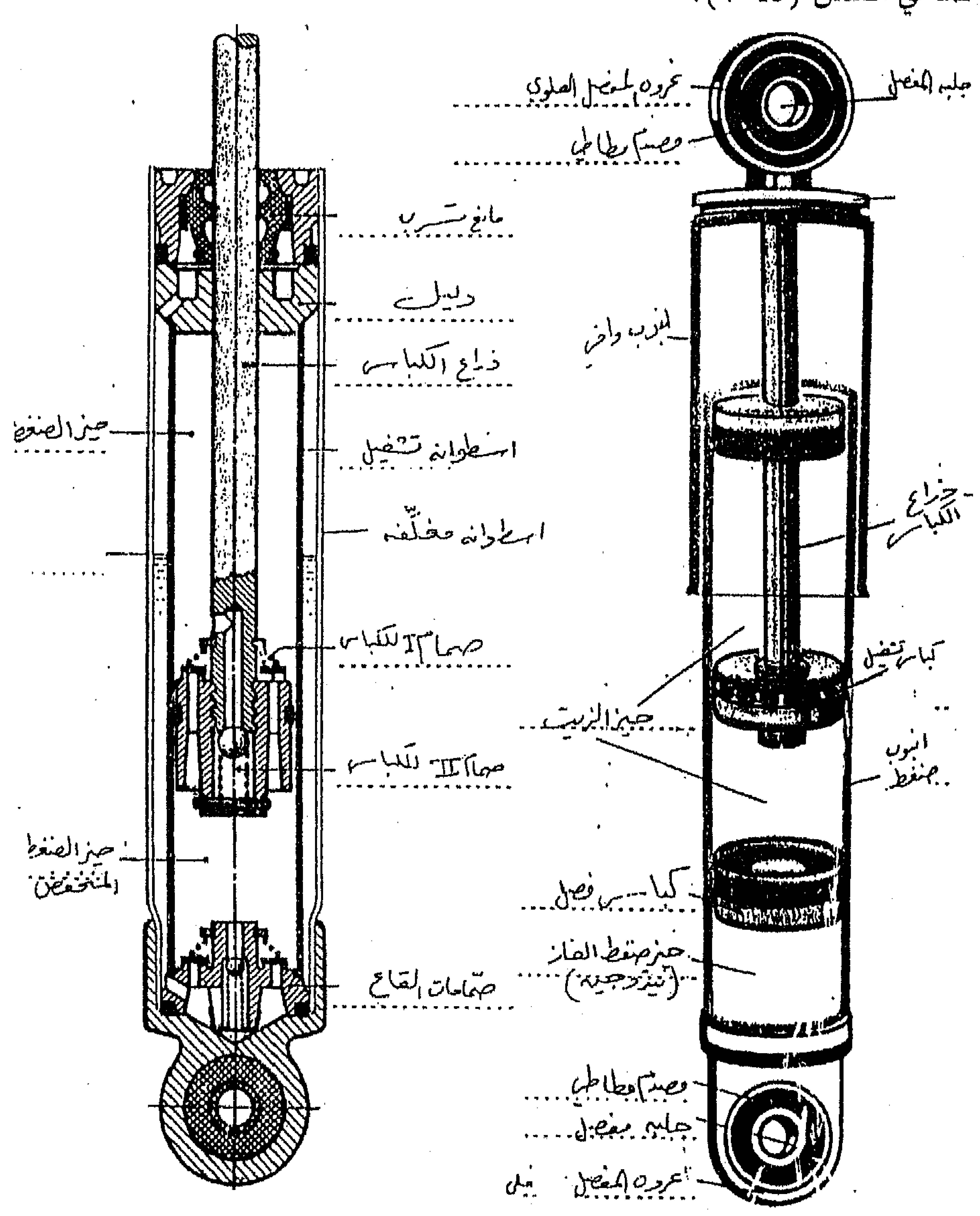
إن طبيعة عمل هذا الجهاز تجعل من تسميته الصحيحة تكون كاتم الاهتزازات أو ممتص الاهتزازات. أكثر من كونه ممتص للصدمات حيث يقلل ويمتص الاهتزازات الناشئة عن الزمبرك وتتمثل وظائف ممتص الصدمات فيما يلي:

أ) وظيفتها:

1- العمل على سرعة تضاؤل اهتزازات جسم المركبة.

2- إنقاص اهتزازات العجلات حتى لا ينقطع اتصال مسار القوة المحركة مع طريقة السير لضمان محافظة السيارة على استقرار اتجاهها والقدرة على فرملتها.

ومن أشهر أنواع ممتص الاهتزامات المعروفة حديثاً هو النوع (التلسكوبي) ومن حيث التصميم فإن ممتص الصدمات التلسكوبي يصمم بإحدى طريقتين كما في الشكل (13-4).



شكل (13-4)

ب- محتوياتها:

وهو يحتوي على أنبوبين داخلي وخارجي ويوجد سائل هيدروليكي بين الأنبوبين. وينزلق كباس في الأنبوب الداخلي ويتصل بالكباس ذراع يبرز إلى خارج الأنبوب من خلال مانع التسرب.

جـ- طريقة عملها:

يقوم السائل الهيدروليكي بكبت حركة ذراع المكباس كما يحتوي على صمامات تنظيم حركة السائل الهيدروليكي بما يخدم وظيفة الجهاز في امتصاص الاهتزازات وكبتها وتوفير الراحة لركاب السيارة والأمان لأجهزتها الأخرى وأنظمتها.

الوحدة الخامسة

الفرامل

The Brakes

الوحدة الخامسة

الفرامل The Brakes

5-1) مقدمة:

ان الهدف من منظومة الموقف لتأمين واسطة لايقاف او تخفيف سرعة السيارة حسب مشيئة السائق وسيطرته وبدون حدوث انزلاق الدواليب. كما ويجب ان تؤمن المنظومة وسيلة تمنع تحرك السيارة اذا ما تركت لوحدها. ويجب الحصول على هذه النتائج بأقل ما يمكن من المجهود الجسماني، بالإضافة الى ما تقدم يجب تجهيز العجلة بمنظومتي وقوف منفصلتين. لذا فإن العجلات الحديثة تحتوي على منظومة قديمة تعمل بالزيت أو الهواء لغرض ايقاف كافة الدواليب وبالإضافة الى منظومة ميكانيكية منفصلة تماماً عن الأولى تعمل باليد بواسطة عتلات (أصابع) تعمل على ابقاء السيارة ساكنة عند الوقوف وذلك بإيقاف الدواليب الخلفية .

ان المبدأ الأساسي المستعمل في جميع أنواع الموقفات هو استخدام مبدأ الاحتكاك لتحويل الطاقة الحركية الى طاقة حرارية وذلك بوضع طوق او وسادة من مادة احتكاكية تلامس القسم الدوار، لغرض ايقاف دورانه إذا ماضغطت هذه المادة الاحتكاكية بقوة كافية .

5-2) نظام الفرامل (Brake System):

ان الغرض من وجود نظام الفرامل في السيارة يتمثل في كبح سرعة السياره بهدف تخفيض سرعتها اوايقافها نهائياً عند اللزوم. بالإضافة الى تثبيت وقوف السياره عند ايقافها في منحدر.

تتنوع نظم الفرامل الى ثلاثة انواع:

1- الفرامل الهيدروليكية (Hydraulic Brake System) .

2- الفرامل الميكانيكية (Mechanical brake system).

3- الفرامل الهوائية (Air Brake System).

5-2-1) نظام الفرامل الهيدروليكي:

يبين الشكل (1-5) نظام الفرامل الهيدروليكي في سياره وهو يتكون من الاجزاء الرئيسية التالية:

1- دعسه القدم (Foot Brake Pedal)

2- المضخة الرئيسية (Master Cylinder)

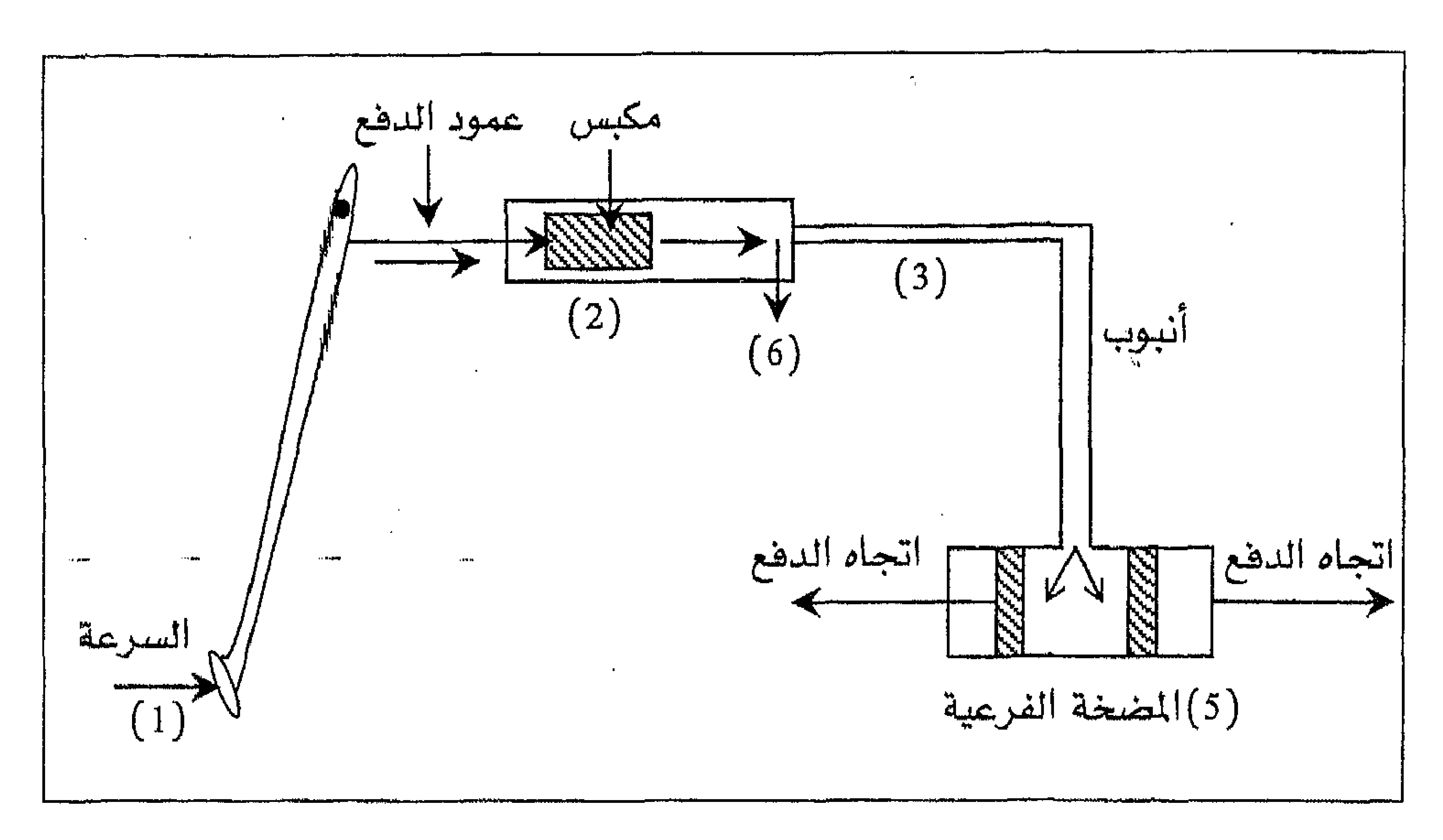
3- المضخات الفرعية (Wheel Cylinders).

4- انابيب النقل الهيدروليكية (Hydraulic Pipeline).

5- زيت الفرامل الهيدروليكي (Brake Fluid) .

6- مجموعات فرامل العجلات (Wheel Brakes) .

فعندما يضغط السائق على الدعسة ينتقل الضغط من الدعسه الى المضخة الرئيسية عن طريق عمود دفع خاص (Push Rod) يدفع مكبس المضخة ليضغط على زيت الفرامل في اسطوانة المضخة الرئيسية ونظراً لكون السوائل غير قابلة للانضغاط فإن هذا الضغط ينتقل خلال زيت الفرامل الذي يملأ انابيب الفرامل الموصلة الى المضخات الفرعية على عجلات السياره. فيعمل الضغط في المضخات الفرعية على دفع مكابسها لتدفع بدورها الاجزاء الاحتكاكية في مجموعات فرامل العجلات لكي تفرمل العجلات وتعمل على ايقافها.



شكل (1-5) نظام الفرامل الهيدروكيلي

تتكون مجموعة فرامل العجلات من جزئين رئيسيين هما:

أ- الجزء المتحرك: وهو عبارة عن سطح معدني يثبت على سرة العجل الدواره المثبتة مع عمود محور نقل الحركة ويسمى الدسك (القرص) .

ب- الجزء الثابت: وهو عبارة عن القطع التي تحمل البطانة الاحتكاكية وهي مجهزة بحيث تتلقى دفع مكابس المضخة الفرعية فتضغط على سطح الجزء المتحرك باذلة عليه قوة احتكاكية معاكسة لاتجاه دورانه فتعمل على اعاقة حركته وبالتالي امتصاص طاقته الحركية حتى تتوقف العجلات تماماً .

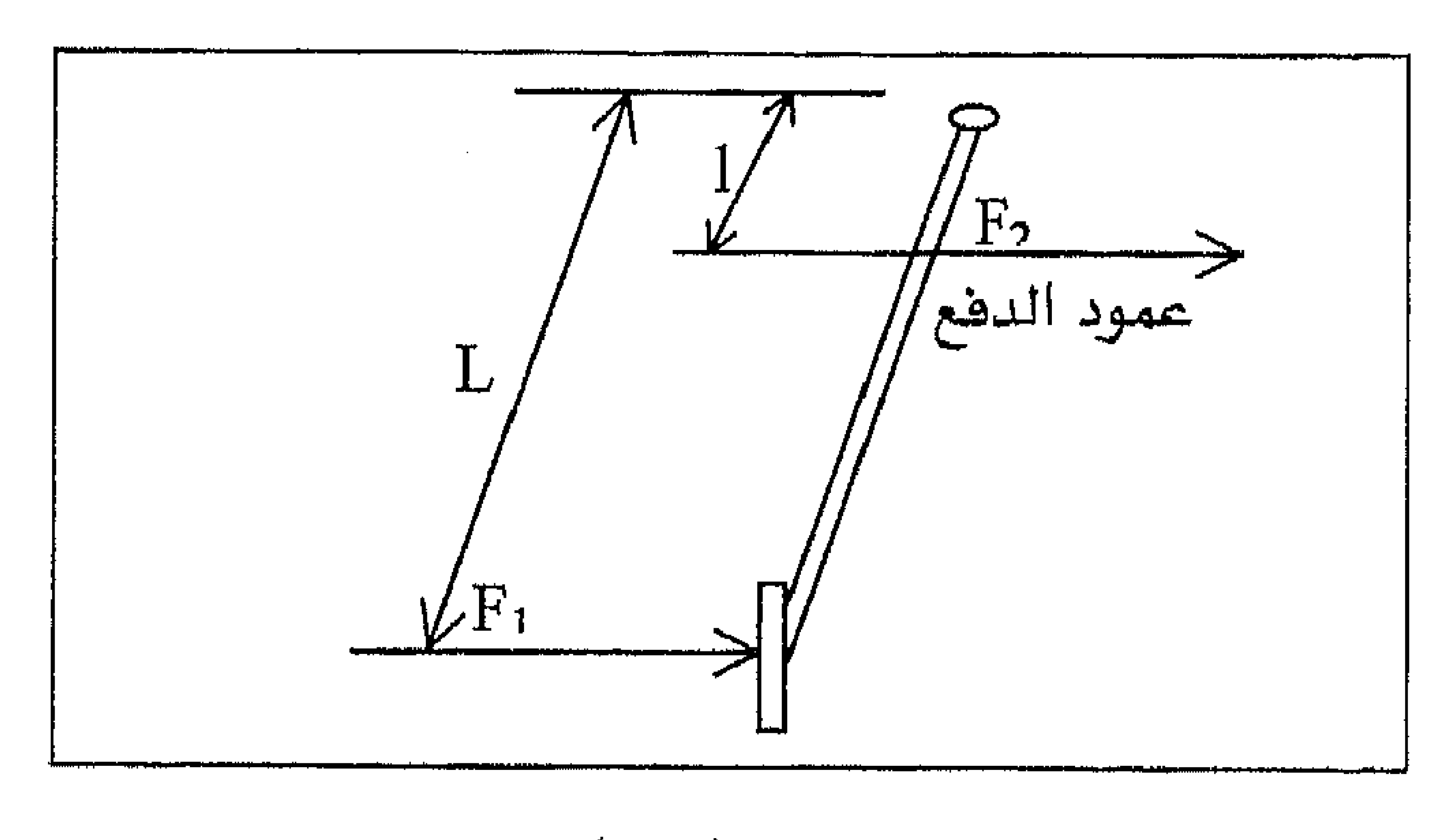
وعند ازالة ضغط القدم عن الدعسة يزول ضغط عمود الدفع عن مكبس المضخة الرئيسية وبالتالي ينتهي ضغط زيت الفرامل على مكابس المضخات الفرعية فتعود الى وضعها السابق وتعود بناء عليه الأجزاء الأحتكاكية ويتحرر الجزء المتحرك في فرامل العجلات من ضغط الاجزاء الاحتكاكية عليها وتنتهي عملية الفرملة.

1) دعسة القدم (Foot Brake Pedal):

ترتكز الدعسة مفصلياً وتعمل كرافعة (عتلة) حيث تتضاعف القوة المنقولة من قدم السائق الى عمود الدفع كما في الشكل (5-2) :

$$F_1 \times L = F_2 \times l \qquad (5\text{-}1\text{-}a)$$

$$F_2 = F_1 \times \frac{L}{l} \qquad (5\text{-}1\text{-}b)$$



شكل (5-2)

مثال (5-1) :

إذا كان الطول L = 30cm وهو الطول الكلي للدعسه، وكان الطول (l = 6cm) وهو المسافة بين نقطة التثبيت المفصلية وعمود الدفع فإذا افترضنا ان قوة ضغط قدم السائق على الدعسة كانت تساوي (100N) أوجد القوة المنقولة الى عمود الدفع.

الحل:

$$F_2 = F_1 \times \frac{L}{l} = 100 \times \frac{30}{6} = 500N$$

2) **المضخة الرئيسية** (Master Cylinder):

تتكون المضخة الرئيسية من الاجزاء التالية كما مبين في الشكل (5-3):

1- الاسطوانة (Cylinder) تصنع عادة من حديد الزهر او من الصُلب.

2- المكبس (Piston).

3- حلقات منع التسرب ثلاثة انواع (Rubber Oil Seals).

وهي عبارة عن حوافظ حلقية مطاطية (تصنع عادة من المطاط الطبيعي) وتركب واحدة على مقدمة المكبس فتمنع رجوع الزيت بعكس اتجاهه اثناء ضغط المكبس وتركب حافظة اخرى على مؤخرة المكبس لمنع تسرب الزيت الى خارج المضخة الرئيسية من جوانب المكبس وقد تحتوي المضخة الرئيسية على حوافظ لمنع تسرب الغبار الى الداخل.

4- خزان الامداد والتعويض (Brake Fluid Reservoir) :

ويعمل هذا الخزان على ضمان عدم دخول الهواء الى نظام الفرامل بالاضافة الى انه يمتص التمدد القليل الذي يحدث للسائل مع ارتفاع درجات الحرارة.

5- الزمبرك (يوضع أمام المكبس):

عند ضغط عمود الدفع لمكبس المضخة الرئيسية فإنه يدفعه الى الامام ضد زمبرك وعند رفع القدم عن الدعسة وزوال الضغط عن المكبس يعمل الزمبرك على اعادة المكبس الى الخلف الى وضعه الاصلي قبل الضغط والسماح لمكبس المضخة الفرعية بالرجوع وازالة الضغط عن الجزء الثابت وبالتالي السماح للعجل بإعادة الدوران مرة أخرى.

6- صمام عدم الرجوع (Check Valve) :

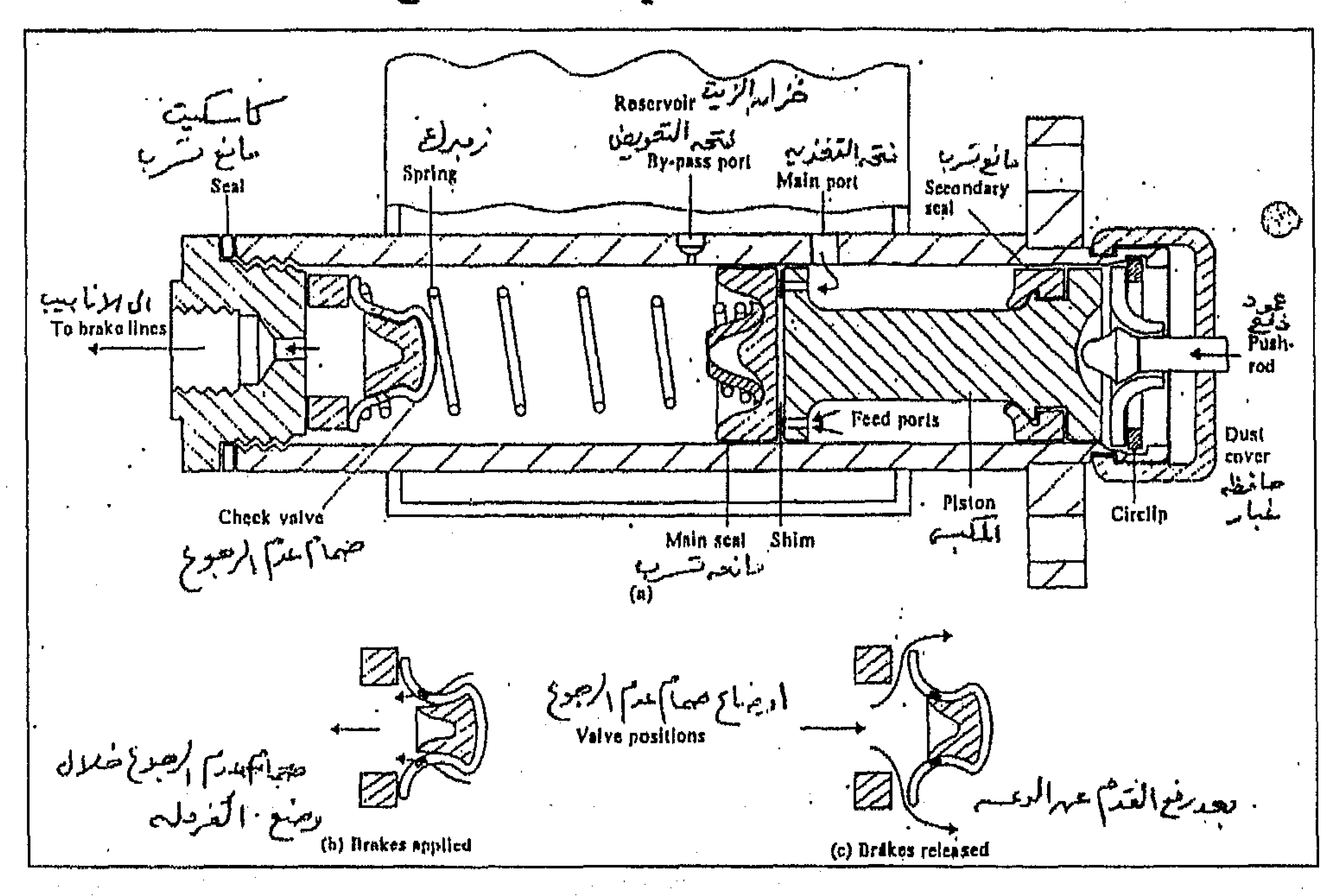
يقع هذا الصمام عند نهاية اسطوانة المضخة الرئيسية عند مخرج المضخة ويرتكز الزمبرك على قاعدته .

❖ **فائدته:**

1- يسمح هذا الصمام لزيت الفرامل ان يتدفق من خلاله من الاسطوانه الى

الانبوب ومنه الى المضخات الفرعية على العجلات بينما لايسمح لهذا الزيت بالعودة من نفس الطريق اثناء فترة الضغط على الدعسة.

2- يحتفظ الصمام بالزيت مضغوط في الانابيب والمضخات الفرعية خارج المضخة الرئيسية عند ضغط مانومتري مقداره يتراوح بين bar (0.5-1).



شكل (3-5) المضخة الرئيسية

❖ مبدأ عمل المضخة الرئيسية

عند دفع المكبس فإنه يغطي فتحة التعويض بواسطة الحافظة الرئيسية وتبدأ عملية ضغط الزيت وعندما يتخطى الضغط داخل الاسطوانة ضغط زيت الفرامل الموجود في الانابيب (وهو الضغط اللازم لاجراء عملية الفرملة) يفتح صمام عدم الرجوع ويتدفق زيت الفرامل من داخل اسطوانه المضخة الرئيسية عبر الصمام الى الانابيب ومنها الى المضخات الفرعية على العجلات فتعمل على فرملتها.

وعند رفع القدم عن الدعسه وإراحة الفرامل يحصل مايلي فإن الزمبرك في المضخة الرئيسية سيعيد المكبس الى وضعه الاصلي. ويخف ضغط الزمبرك ايضاً على قاعده صمام عدم الرجوع حتى يصبح الضغط في المضخات الفرعية والانابيب اعلى من ضغط الزمبرك على قاعده صمام عدم الرجوع فيدفع الزيت قاعدة الصمام ويعود الى الاسطوانة في المضخة الرئيسية ومنها الى خزان التعويض عبر فتحة التعويض ويظل كذلك حتى يتعادل الضغط في الانابيب مع ضغط الزمبرك فيتغلب ضغط الزمبرك على ضغط الزيت وتعود قاعده الصمام الى وضعها وبذلك تظل قيمة ضغط زيت الفرامل في الانابيب عند الحدود السابق ذكرها وهي (0.5-1 bar ضغط مانومتري) .

تتنوع المضخات الرئيسية الى نوعين :

1- المضخة الرئيسية ذات المكبس الواحد (Single Piston Master Cylinder).

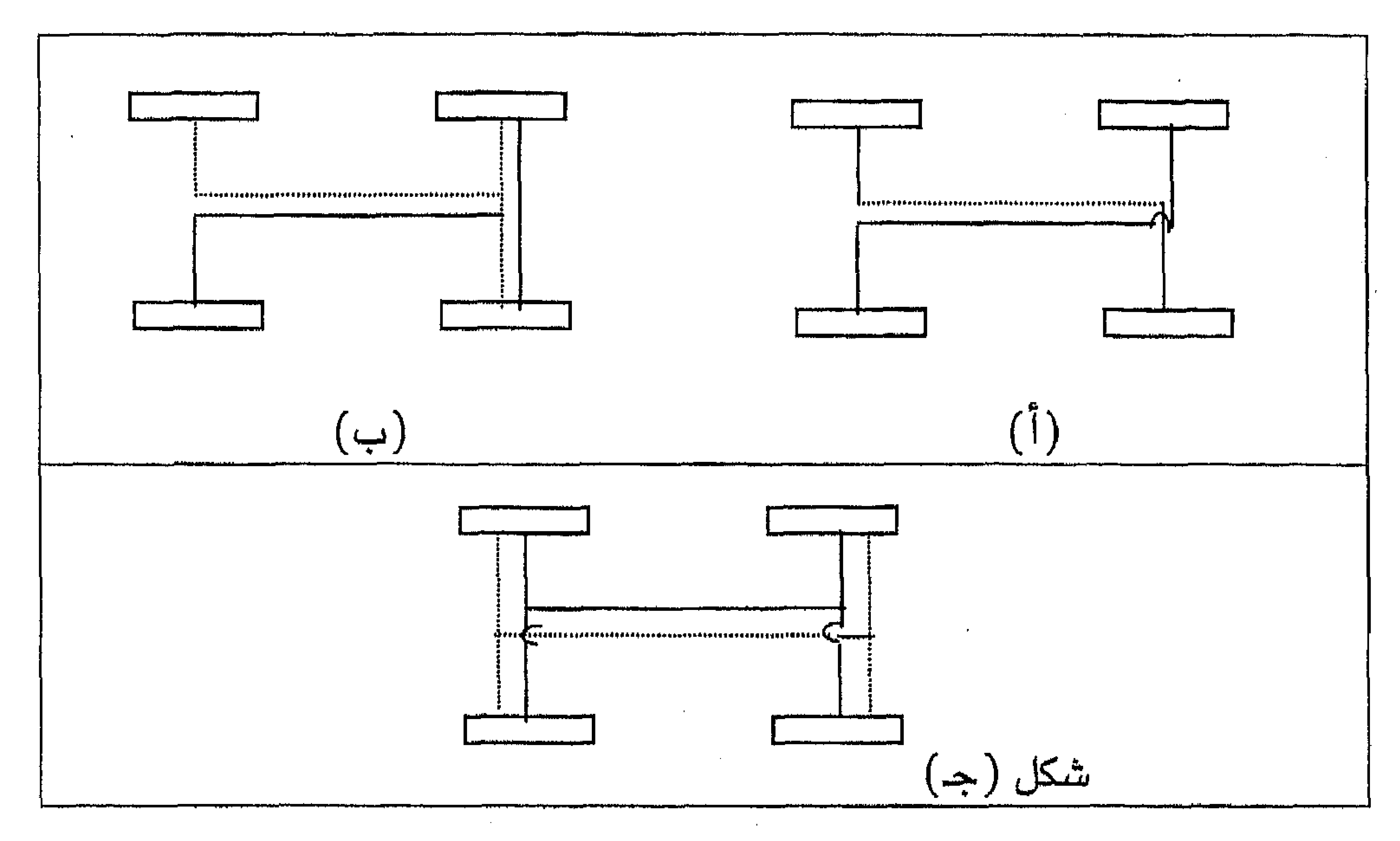
2- المضخة الرئيسية المزدوجة (Duble Master Cylinder) .

مما سبق شرحه يمثل النوع الاول من المضخات الرئيسية وتشغّل هذه المضخة نظام الفرامل للعجلات الاربعة ضمن دائرة واحده للفرامل.

أما سبب استخدام النوع الثاني [وهو المسمى بالمضخة الرئيسية المزدوجة وتسمى ايضا بالمضخة الرئيسية ذات المكبسين (Double Piston Master Cylinder)] . اذا حدث تسرب للزيت عند استخدام النوع الأول من اي مكان في دائرة الفرامل نتيجة لاي حادث مفاجئ فإن فرامل السياره تتعطل بالكامل وبالنتيجة تتعرض السيارة ومن فيها للخطر.

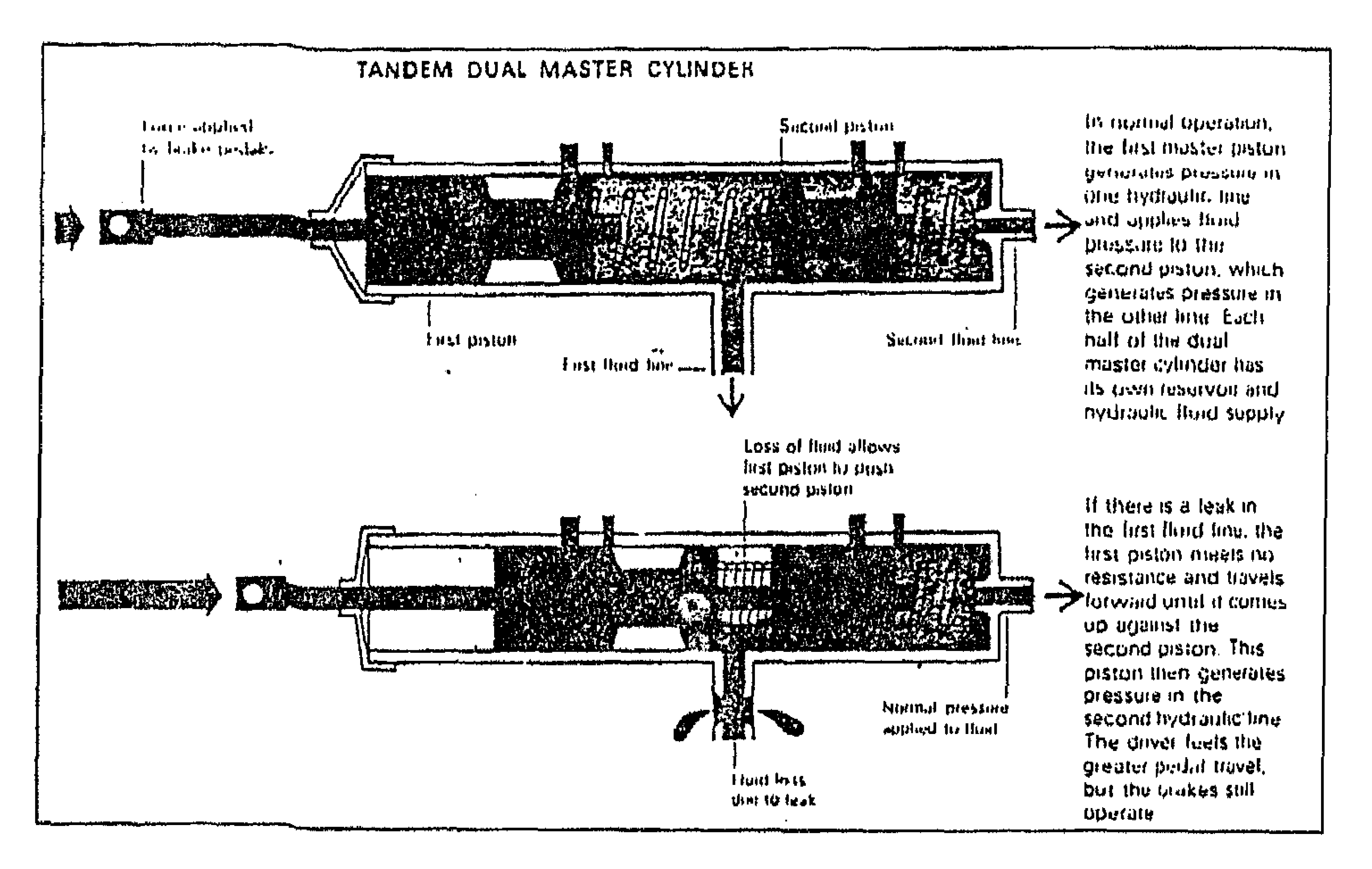
ولهذا فقد تم تقسيم نظام الفرامل في السياره الى دائريتين منفصلتين تماماً عن بعضهما وتشغل كل من الدائرتين قسماً من عجلات السياره وتشغل الدائرة الثانية القسم الآخر من العجلات وبهذه الطريقة امكن تلافي تعطل فرامل السياره بشكل كامل مما يُشكل عامل أمان للسياره وراكبيها.

وتتنوع تصاميم دائريتي الفرامل الى عدة انواع منها نظام العجلين ومنها نظام الثلاث عجلات ومنها نظام الاربع عجلات كما توضح الشكل (4-5).



شكل (4-5)

وتحتوي المضخة الرئيسية المزدوجة على مكبسين يشغل كل منهما حيز منفصل في الاسطوانة ولكل منهما خزان امداد وتعويض منفصل وصمام عدم رجوع منفصل وانبوب مخرج منفصل، بمعنى انهما مضختين في جسم مضخة واحدة، وعند ضغط الدعسة يدفع المكبس الاول بواسطة عمود الدفع، أما المكبس الثاني في المضخة فإنه يتحرك بفعل ضغط زيت الفرامل الواقع بين المكبسين بالاضافة الى وجود عمود دفع بين المكبسين يدفع بواسطة المكبس الاول، ونلاحظ ذلك في الشكل (5-5).



شكل (5-5) المضخة الرئيسية المزدوجة

3- **المضخة الفرعية** (Slave Cylinder) :

مهمة المضخة الفرعية هي تشغيل مجموعة فرامل العجل وذلك بضغط الاجزاء الاحتكاكية التي تحتوي على بطانه الاحتكاك على السطح المعدني الدوّار لكي تحدث الفرملة.

وبمعنى آخر فإن المضخة الفرعية تتلقى ضغط زيت الفرامل وتحوله الى حركة ميكانيكية.

تتكون المضخة الفرعية من الاجزاء الرئيسية التالية:

1- الاسطوانة (Cylinder) وهي تصنع اما من حديد الزهر او من الالومنيوم.

2- المكبس (Piston).

3- حافظة (مانعة التسرب) المطاطية وذلك لاحكام ضغط الزيت وعدم تسربه من جوانب المكبس وبالتالي ضياع الضغط دون الحصول على حركة فعّاله للمكبس.

4- زمبرك (Spring) ومهمته ارجاع المكبس الى وضعه بعد زوال الضغط عنه.

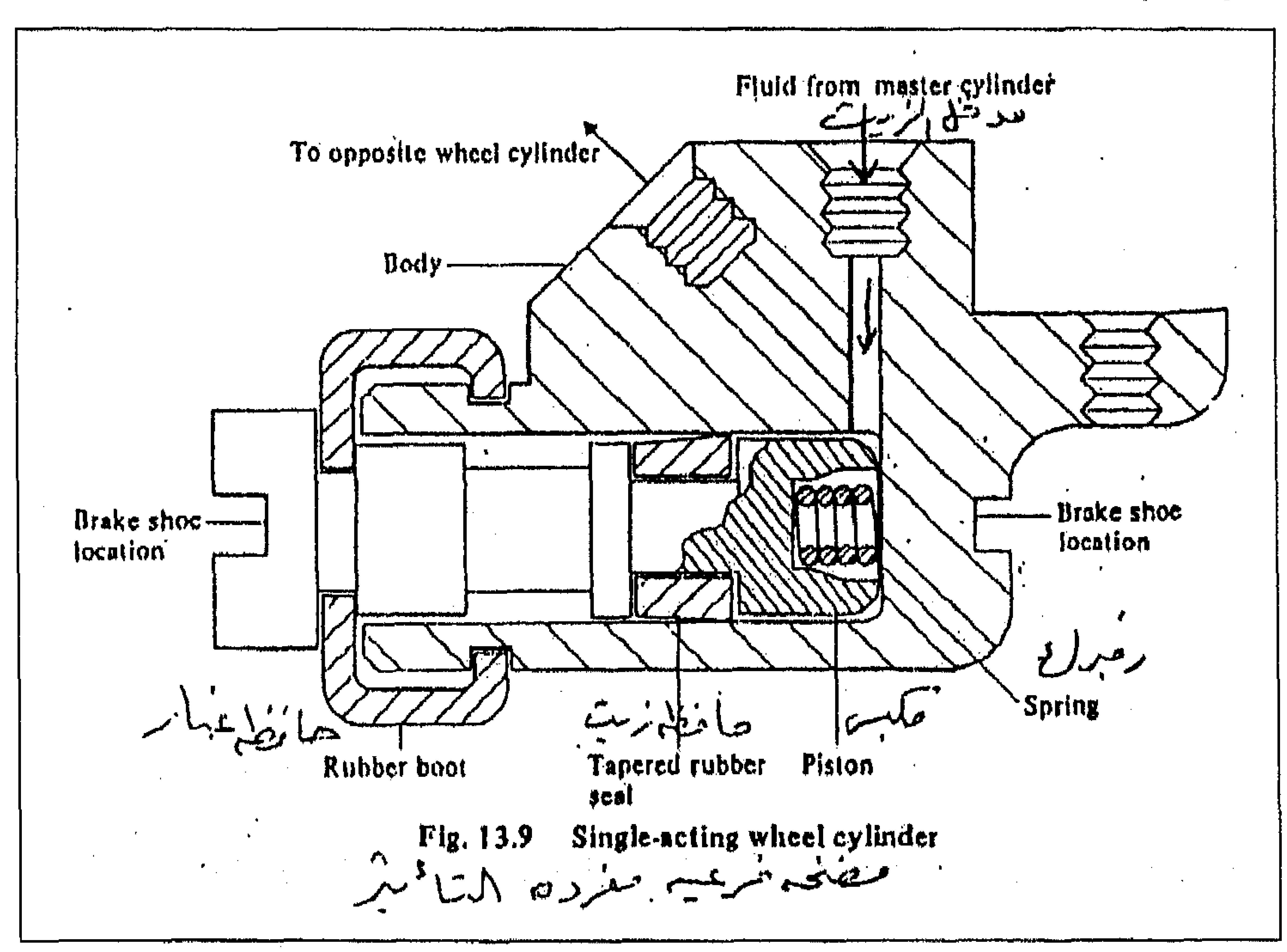
5- حافظة الغبار (Dust Seal) وتكون في الغالب اثنتان تحيطان بالمضخة من الجهتين لمنع دخول الغبار الى المضخة.

يثبت على جانب المكبس من الخارج عمود دفع خاص لنقل حركة المكبس الى الاجزاء الاحتكاكية.

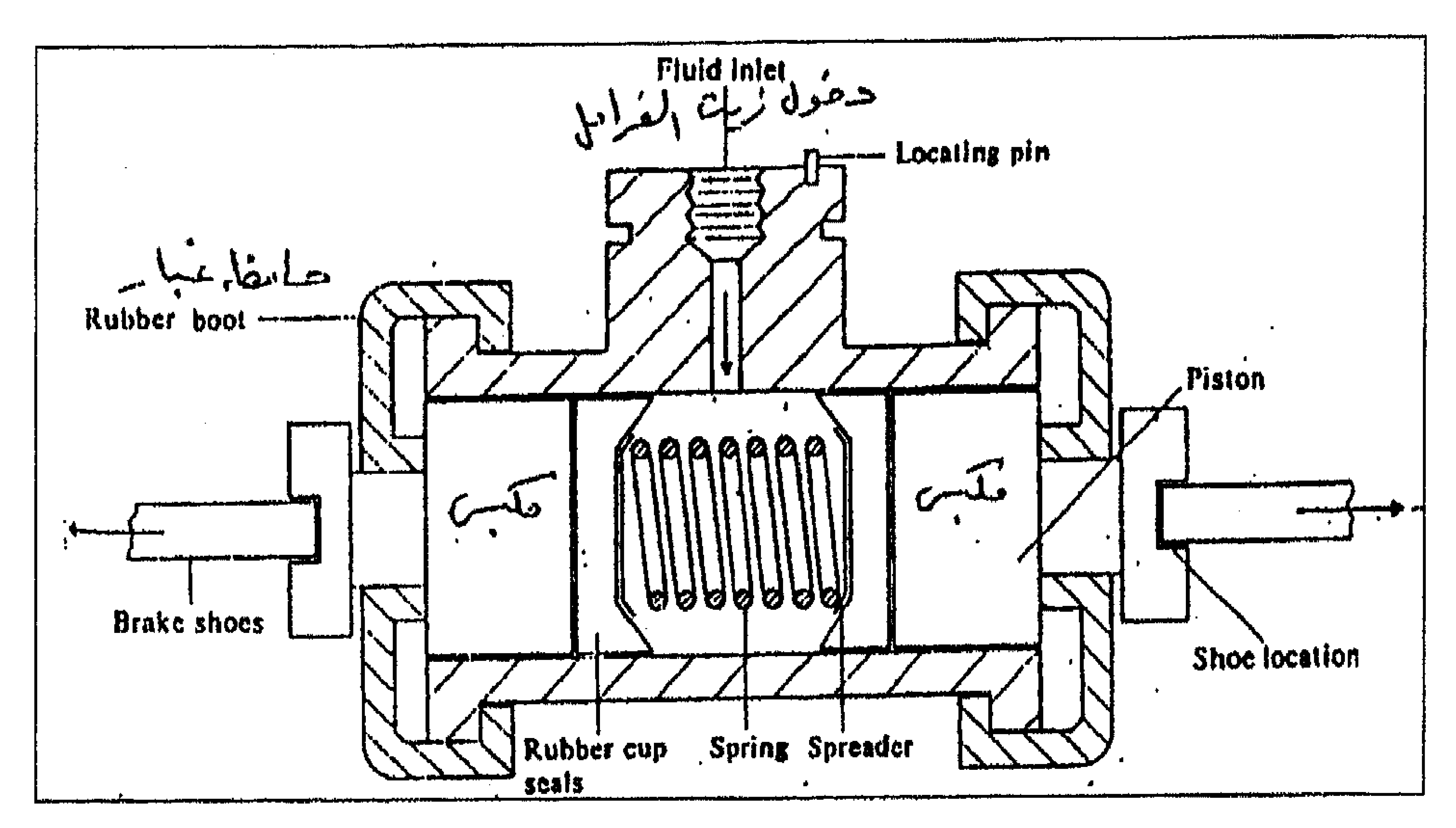
تتنوع المضخات الفرعية الى نوعين شائعين هما:

1- المضخة الفرعية مفردة التأثير(Single Acting Wheel Cylinder)، شكل (5-6).

2- المضخة الفرعية مزدوجة التأثير(Double Acting Wheel Cylinder)، شكل (5-7).



شكل (5-6) مضخة فرعية مفردة التأثير



شكل (7-5)

مضخة فرعية مزدوجة التأثير

تظهر الأشكال (6-5) و (7-5) قطاعين للمضخات الفرعية المفردة والمزدوجة اما المضخة المزدوجة التأثير فتحتوي على مكبسين وحافظتين ويتم دفع المكبسين بضغط الزيت من الوسط باتجاه الجانبين كما تحتوي على زمبركين.

4) **انابيب الفرامل** (Brake Pipelines):

تُشكل انابيب الفرامل من الفولاذ ويتم ذلك على البارد وتتراوح اقطارها الخارجية بين (5-10mm) حسب الضغط المطلوب حيث يزداد تحملها للضغط كلما زاد القطر.

5) **سائل الفرامل: (زيت الفرامل)** (Brake Fluid):

هو سائل هيدروليكي خاص يمتاز بالخواص التالية:

1- درجة غليانه مرتفعة فهي تتراوح بين (200C° -220C°).

2- درجة تجمده منخفضة ايضاً فهي تتراوح بين من (-60°C) إلى (-65C°)تحت الصفر.

3- لايتسبب في تآكل الاجزاء المعدنية.

4- لا يؤثر على الاجزاء المطاطية في نظام الفرامل.

5- مستقر كيماوياً (لا يتفاعل) ولا يتأثر بالتقادم (لا تتغير مواصفاته مع الزمن).

6- لاتتغير لزوجته خلال جميع درجات حراره التشغيل.

7- تمدده ضئيل عند التسخين.

ويتركب زيت الفرامل أساساً من مركب يتكون من زيت الخروع والكحول.

6) **مجموعات فرامل العجلات** (Wheel Braks):

كماذكرنا سابقاً فإن مجموعة فرامل العجلات تتكون من جزئين الجزء الأول ثابت والجزء الثاني متحرك ويدور مع عمود المحور وينقسم نظام الفرامل الهيدروليكي بالنسبة لتصاميم مجموعة فرامل العجلات الى نوعين هما:

1- نظام فرامل الطاره (Drum Brake System).

2- نظام فرامل القرص (Disc Brake System).

5-2-5) **فرامل الطاره :**

تتكون مجموعة فرامل العجل في هذا النوع من نظم الفرامل من الاجزاء التالية:

1- الطاره (Drum): تُصنع من حديد الزهر وتثبت الطاره مع سره العجل الدواره وتدور معها.

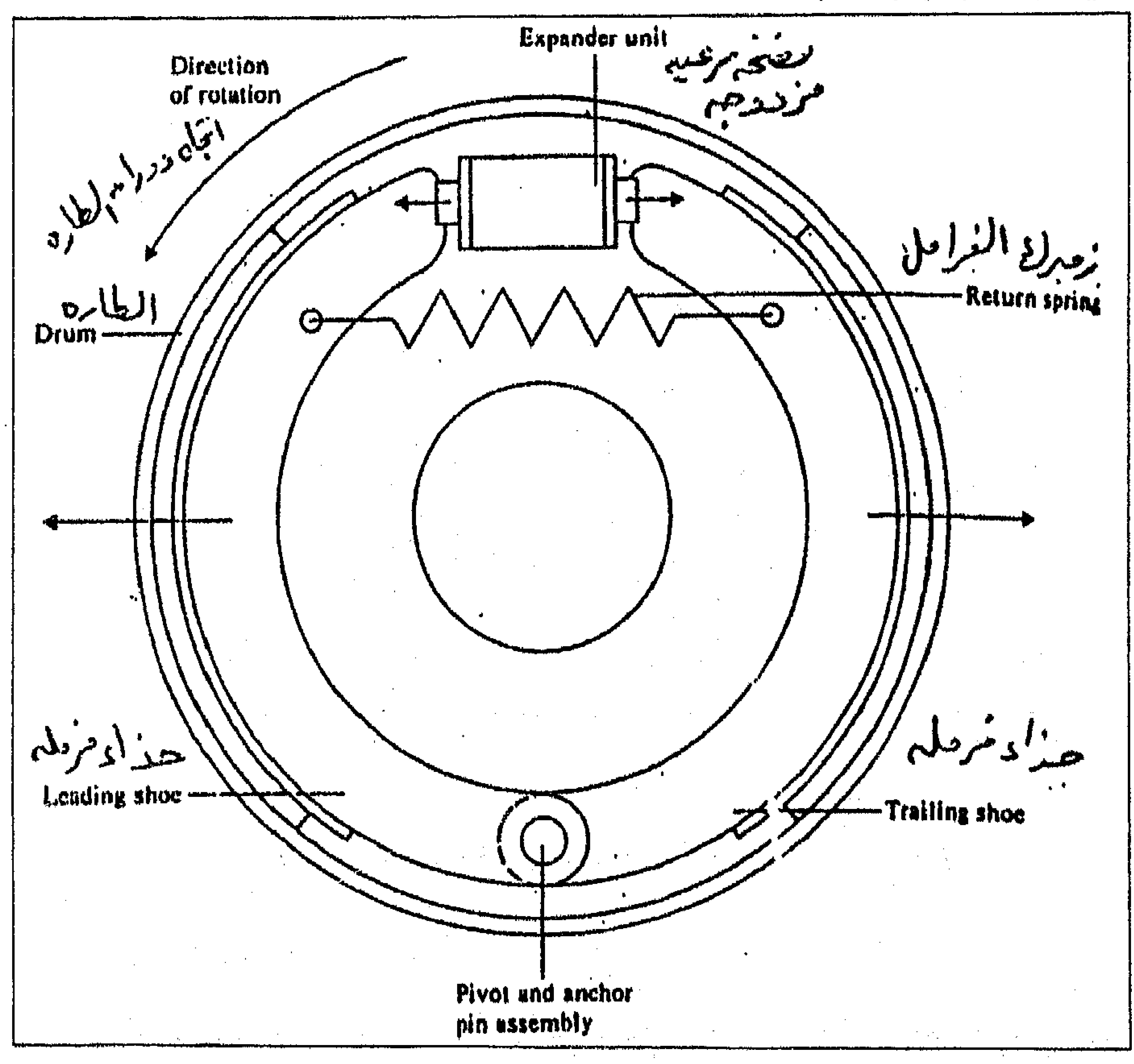
2- احذية الفرامل (Brake Shoes): وهي تصنع من هيكل الصلب يأخذ شكلاً قوسياً وعددها اثنين تثبت عليها البطانات الاحتكاكية. إما بالتبشيم أو

بطريقة اللصق بمادة لاصقة.

تصنع البطانات الاحتكاكية عادة من الأسبست المخلوط مع النحاس الأصفر لغرض تقويته وتحسين تحمله للتآكل ودرجات الحرارة العالية.

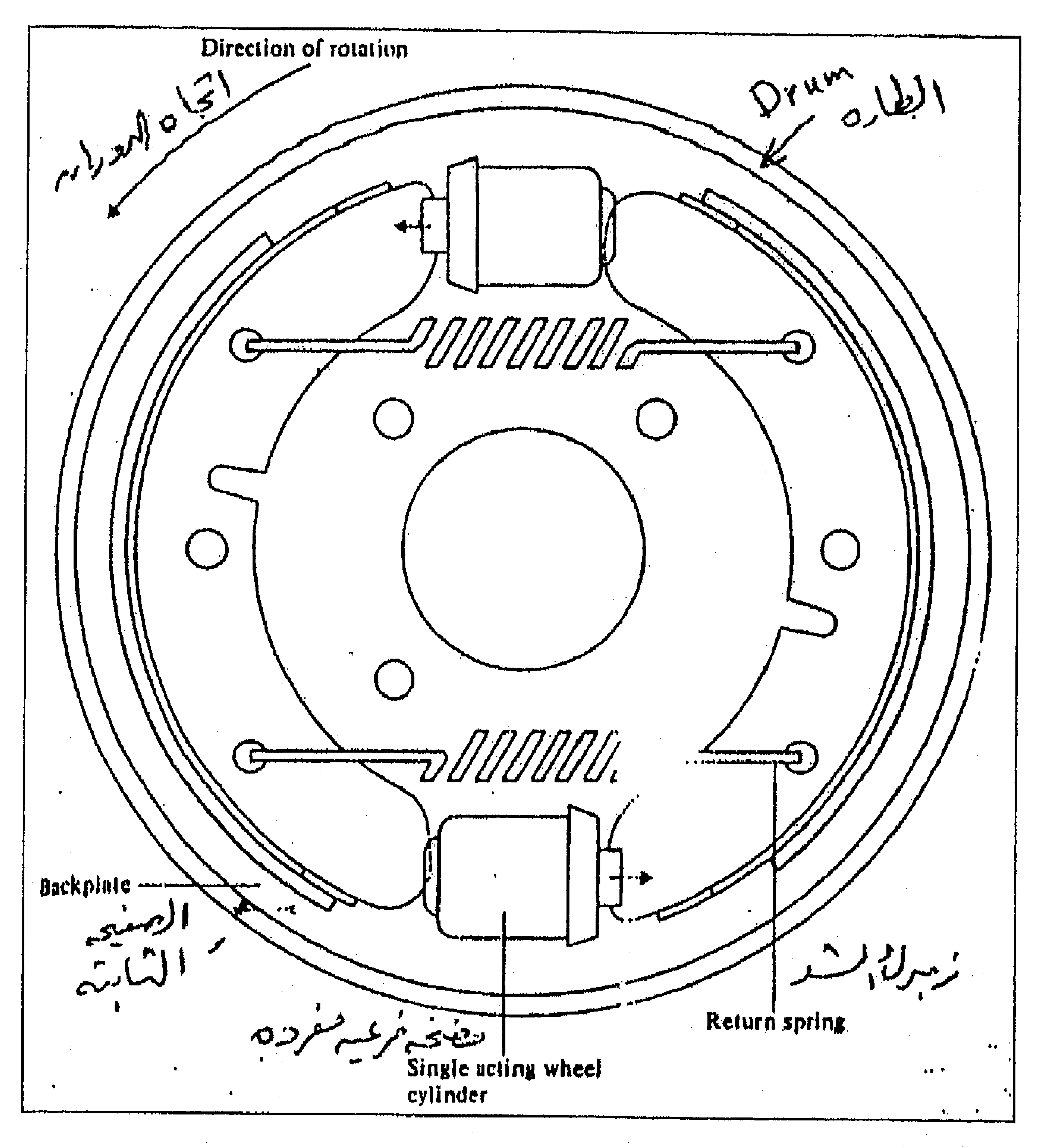
3- المضخة الفرعية (Wheel Cylinder): وهي تقع بين طرفي الحذائين ويشد الحذائين إلى بعضهما بواسطة زمبرك أو اثنين.

هناك تصميمين لفرامل الطارة شائعة الاستعمال وهي كما مبين في الشكلين (8-5) و (9-5).



شكل (8-5)

فرامل الطاره ذو مضخة فرعية مزدوجة واحدة



شكل (5-9)

فرامل الطاردة ذو مضختين فرعيتين من النوع المفرد

5-2-3) فرامل القرص (Disc Brakes):

تختلف فرامل القرص كأحد تصاميم مجموعة فرامل العجلات عن فرامل الطاره في شكل وطبيعة حركة الاجزاء الفرملية الا انها تتكون من نفس العناصر وهي الجزء الثابت والجزء المتحرك الدوار.

وعموماً فإن مجموعة فرامل القرص تتكون من الاجزاء التالية :

1- القرص (Disc):

وهو يصنع من حديد الزهر (C.I) ويتم تشطيب جزء من سطحه على الوجهين بشكل جيد.يثبت القرص مع سره العجل الدواره وهو اما ان يكون مصمت او تكون به فراغات لزيادة امكانية تبريده.

2- الهيكل (Caliper):

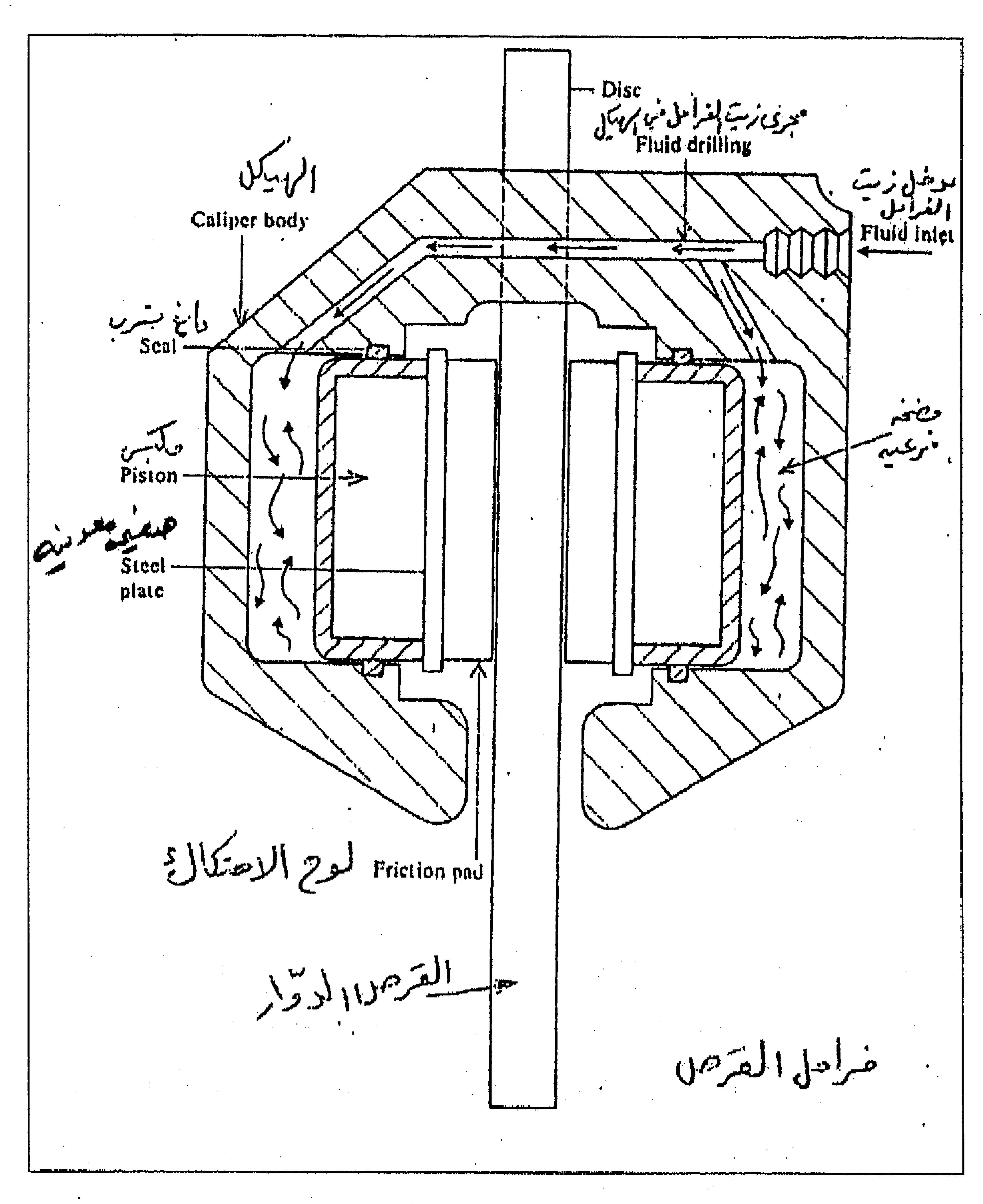
وهو يصنع اما من حديد الزهر او من سبائك الالومنيوم ويثبت بواسطة براغي مع الجزء الثابت (الصفيحة الثابتة) التي تثبت مع غلاف المحور الثابت.

3- الالواح الاحتكاكية(Friction Pads):

وهي عبارة عن قطع مستطيلة الشكل من الصلب تحتوي على احد سطحها بطانة احتكاكية وهي من نفس تركيب البطانة الاحتكاكية في النوع السابق ولكنها اصغر حجماً وتركب الواح الاحتكاك من جهتي القرص ويظهر ذلك في شكل (5-10)

تثبت الواح الاحتكاك بحيث تكون البطانة الاحتكاكية مواجهة لسطح القرص الدّوار وتقع المضخة الفرعية خلف اللوح الاحتكاكي وعند ضغط الدعسة ووصول الضغط الى المضخة الفرعية يدفع مكبسها ليضغط لوح الاحتكاك على القرص ويحيط الهيكل بجزء من القرص وهذا يسمح للقرص ان يتعرض للتبريد بتيار الهواء بالاضافة الى انه يتخلص من الماء بصورة سريعة.

يؤمن تثبيت الواح الاحتكاك في مكانها في هيكل فرامل القرص وذلك باستخدام مسامير خاصة ومرابط زمبركية.



شكل (5-10)

فرامل القرص

❖ مقارنة بين نظامي فرامل القرص والطارة:

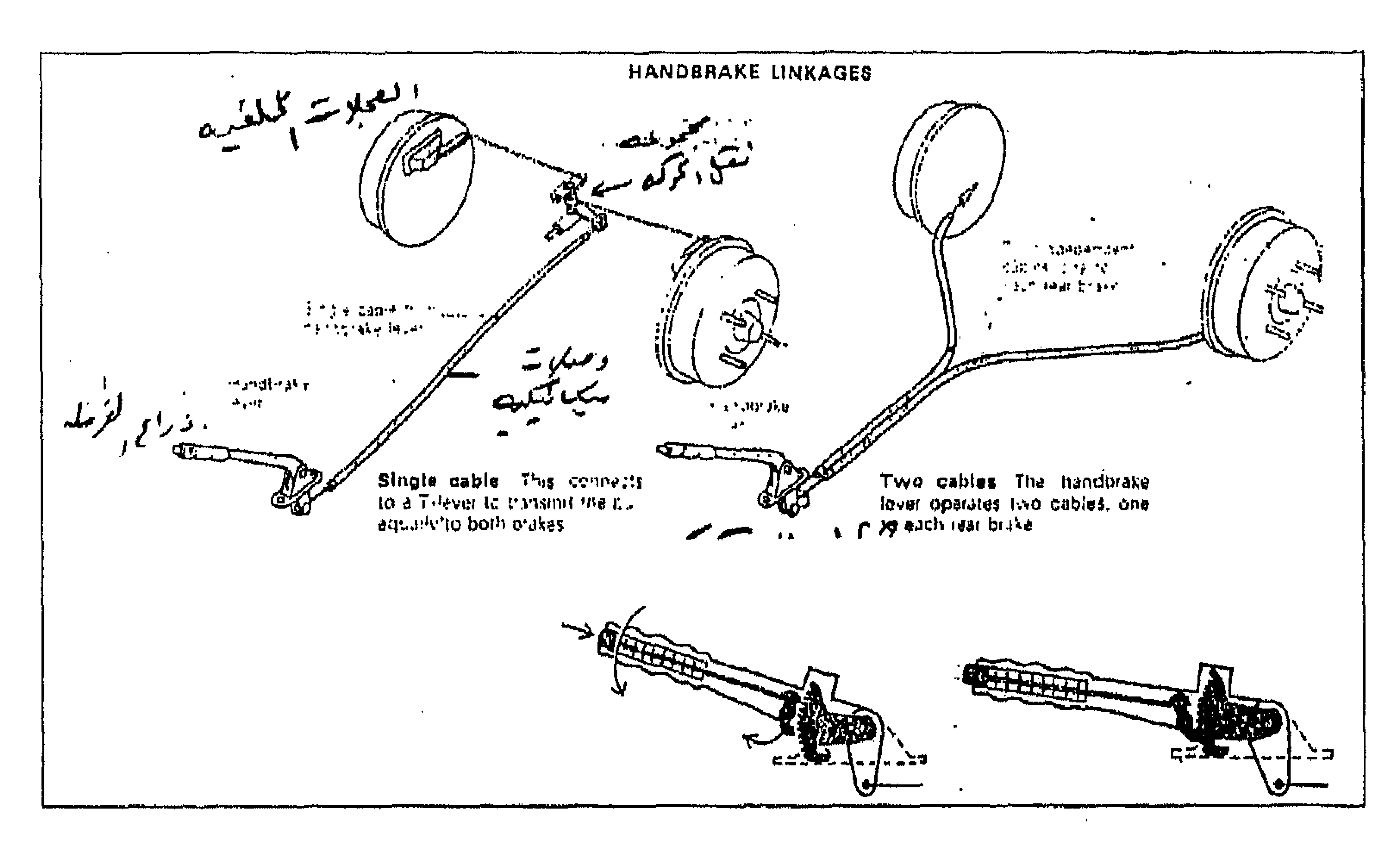
فرامل القرص	فرامل الطارة
1- سهولة التخلص من حرارة الاحتكاك وبذلك تكون كفاءة الفرملة جيدة.	1- التخلص من الحرارة أصعب نظراً لأن الأجزاء الاحتكاكية غير معرضة لتيار الهواء.
2- لا يتغير الخلوص بين القرص ولوح الاحتكاك نتيجة لتمدد القرص قطرياً بالحرارة.	2- تمدد الطاره بحرارة الاحتكاك يزيد من مقدار الخلوص بينها وبين بطانة الاحتكاك.
3- سهول صيانته وإصلاحه	3- صيانته وإصلاحه أكثر صعوبة.
4- قدرة أفضل على التخلص من الماء بسرعة في الأجواء الماطرة.	4- قدرته على التخلص من الماء أبطأ وأصعب.
5- المساحة الاحتكاكية أقل وبناء عليه تتطلب الفرملة قوة كبيرة.	5- المساحة الاحتكاكية أكبر وتتطلب الفرملة قوة أقل.
6- كلفة التصنيع أعلى.	6- كلفة التصنيع أقل.

جدول (1-5)

5-2-4) **نظام الفرامل اليدوية** (Hand Brake System):

هو نظام ميكانيكي يزود به نظام فرامل السيارات لتأمين وقوف السياره وضمان عدم حركتها.

يعمل هذا النظام اما باليد اوبالرجل ويعمل على وضع مجموعة فرامل العجلات الخلفية في وضع فرملة وتتم هذه العملية بواسطة وصلات ميكانيكية يتم تحريكها عن طريق سلك يمتد الى غرفة القيادة كما هو في الشكل (11-5).



شكل (11-5)

5-2-5) نظام الفرامل باستخدام الجهاز المؤازر (السيرفو)

(Servo Assisted Brake System):

يستخدم جهاز مساعد لنظام الفرامل والذي يقلل من المجهود العضلي المطلوب بذله من قبل السائق على دعسه الفرامل يتركب جهاز السيرفو من الاجزاء الرئيسية التالية:

1- الحجاب المطاطي (Diaphragm) : وهو عبارة عن غشاء مطاطي يتوسط قرص معدني.

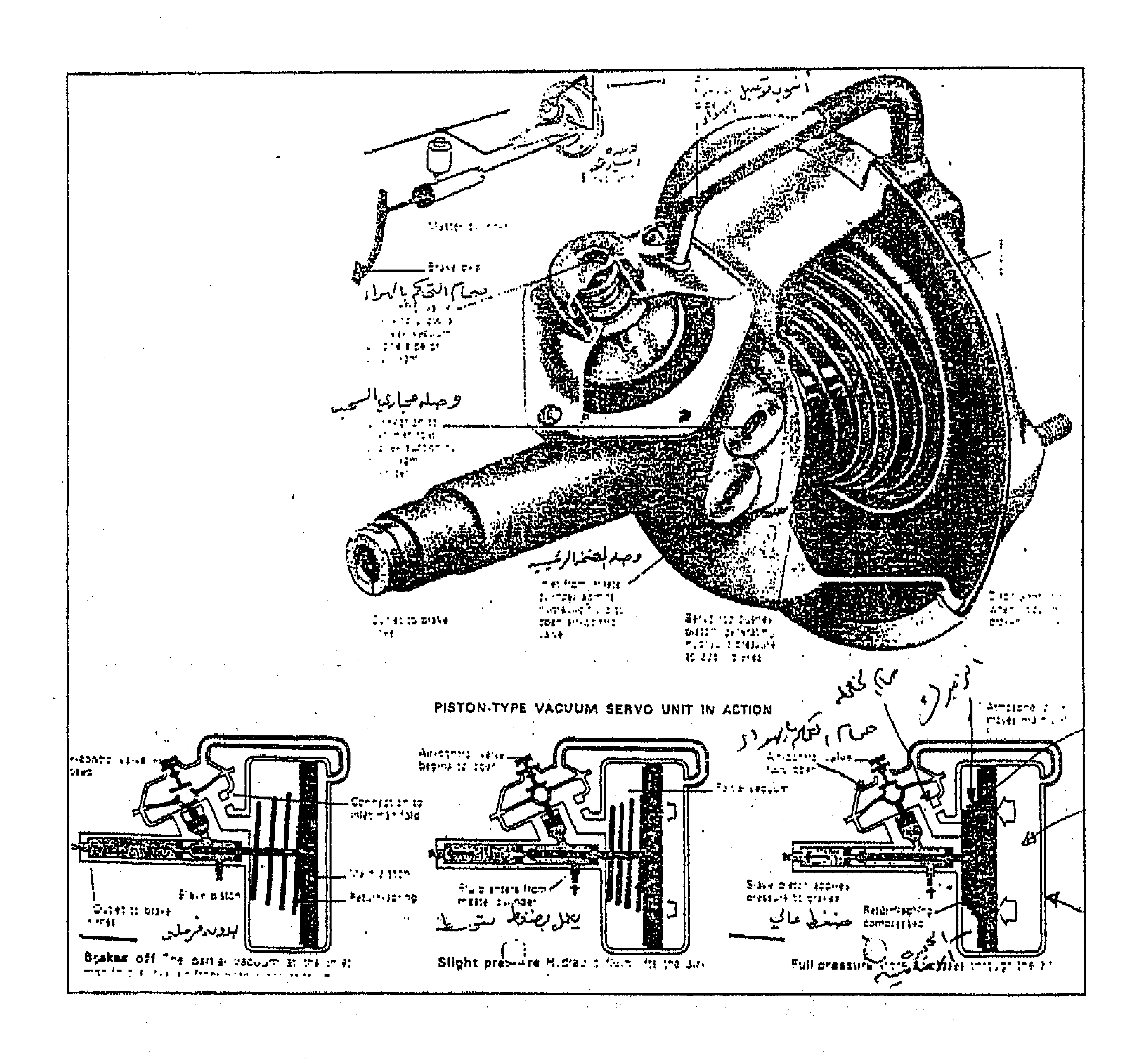
2- علبه السيرفو: وهي علبه مغلقة يثبت الحجاب المطاطي بها من الداخل بحيث يقسمها الى حجرتين منفصلتين حجرة امامية وأخرى خلفية.

3- الزمبرك (Spring): وهو زمبرك لولبي يثبت في الحجرة الامامية ويبقي الحجاب في وضع معين.

4- صمام التحكم بالهواء(Air Control Valve) :

5- صمام الخلخلة وخرطوم الخلخلة: يثبت هذا الصمام على فتحة خاصة على جدار علبه السيرفو في الحجرة الامامية ويثبت الخرطوم على الفتحة ويتصل طرفه الثاني على فتحة اخرى في مجاري السحب (Intake Manifold) التي تدخل عبرها شحنة خليط الوقود الى الاسطوانات في المحرك.

يظهر الشكل (5-12) في جسم السيرفو وتظهر به أجزاؤه المختلفة.



شكل (5-12)

❖ **مبدأ عمل نظام السيرفو:**

عند تشغيل المحرك تحدث خلخلة في مجاري السحب بفعل اشواط السحب التي تحدثها مكابس الاسطوانات وبذلك يكون الضغط في مجاري السحب اقل من الضغط الجوي فينتقل الضغط المنخفض (الخلخلة) الى علبه السيرفو عن طريق خرطوم الخلخلة الواصل بين مجاري السحب وعلبة السيرفو.

وفي حالة عدم ضغط دعسه الفرامل يعمل صمام التحكم بالهواء على توصيل الحجرة الخلفية للسيرفو مع الحجره الامامية بالضغط المنخفض (الخلخلة) فيكون الضغط في الحجرتين متعادل ومتساوي وهو يساوي ضغط الخلخلة المنخفض والموجود في مجاري السحب اثناء عمل المحرك.

اما اذا ضغطت دعسه الفرامل فإن صمام التحكم بالهواء عندئذٍ سيعمل على اغلاق الحجرة الخلفية عن ضغط الخلخلة وفتحها على الهواء الجوي فيدخل الهواء الجوي الى الحجرة الخلفية للسيرفو فعندئذ يصبح الضغط في الحجرة الخلفية اعلى من الضغط في الحجرة الامامية مما يجبر الحجاب المطاطي ان يندفع باتجاه الحجرة الامامية ضاغطاً الزمبرك ودافعاً عمود دفع مضخة الفرامل فيضغط مكبس المضخة بفعل قوة الدفع الناشئة عن فرق الضغط بين حجري علبه السيرفو ، وهذه تضيف الى قوة دفع قدم السائق قوة دفع اضافية فتجعل عملية الفرملة اسهل على السائق.

يتوقف السيرفو عن مؤازرة نظام الفرامل في حالة توقف المحرك حيث تنتهي الخلخلة من مجاري السحب فتصبح دعسة الفرامل اقسى واكثر صعوبة وتتطلب قوة ضغط اضافية من قدم السائق .

3-5) الفرامل بالهواء المضغوط(خاصة بالسيارات الكبيرة مثل الشاحنات):

القوة الناتجة من الفرامل الهيدروليكية ليست كافية لايقاف المركبات

الثقيلـة مثـل الشـاحنات ولهـذا اسـتخدم الهـواء المضغـوط في نظـم الفرملـة المستخدمة في الشاحنات وهي على نوعين.

1- نظم فرامل تعمل بالهواء المضغوط فقط.

2- نظم فرامل تعمل هيدليكياً مع الهواء المضغوط في آن واحد.

وتتكون دورة الفرامل كوحدة كاملة من جزئين رئيسيين.

الجـزءالأول هـو الـذي يقـوم بامداد نظـام الفرملة بـالهواء المضغـوط وهـو يتكون من ضاغط هواء ومرشح هواء ومنظم للضغط وخزان هواء وصمام للهواء الفائض بالاضافة الى مجموعة من الانابيب والخراطيم.

أما الجزء الثاني فهو عبارة عن اجهزة التحكم في الفرملة وتشغيلها.

5-4) حساب الجهد الفراملي (الحديد الفرملي) (Work Done):

أولاً: الجهد الفرملي (Brake w.D): وهو يعادل الطاقة الحركية للسيارة.

$$\text{Brake W.D} = \frac{W.V^2}{2g} \quad (J) \quad \ldots\ldots(5\text{-}2)$$

حيث أن:

$$m\,(kg) = \frac{W}{g}$$

g: عجلة الجاذبية الأرضية (m/s^2).

V: سرعة السيارة (m/s).

W: وزن السياره (N).

ثانياً: قوة الفرملة:

$$\text{Brake Force} = \frac{W.r}{g} \quad (N) \quad \ldots\ldots(5\text{-}3)$$

حيث أن:

r: (Retardation) عجلة التباطىء (التقصير) (m/s^2).

مثال (5-2):

سيارة وزنها (800kg.f) تسير بسرعة (80km/hr) فإذا كانت عجلة التقصير عند فرملتها يساوي ($5.5 m/sec^2$) احسب :

أ- الجهد الفرملي. ب- قوة الفرملة.

علماً بأن تعجيل الجاذبية الارضية ($9.81\ m/sec^2$).

الحل:

$$\text{الجهد الفرملي} = \frac{W.V^2}{2g}$$

$$= \frac{800\times9.81\times\left(\frac{80\times1000}{3600}\right)^2}{2\times9.81} = 197528.88J$$

$$=197.528\,kJ$$

$$\text{قوة الفرملة} = \frac{W.r}{g}$$

$$= \frac{800\times9.81\times5.5}{9.81} = 145.4\,N$$

5-5) حساب زمن الايقاف (Stopping Time):

وهو الزمن الفعلي الذي تستغرقه السياره حتى تقف تماماً وهو يساوي زمن الفرملة + زمن التفكير (المعرفة)

Stopping time = Braking time + Thinking time .... (5-4)

زمن التفكير + زمن الفرملة = زمن الإيقاف

زمن الفرملة : هو الزمن الذي تستغرقه السياره منذ لحظة الضغط على الدعسة حتى تقف تماماً وهو يساوي $\left(\frac{V}{r}\right)$.

زمن المعرفة : هو الزمن الذي يستغرقه السائق منذ ان يحدث وجوب التوقف حتى يبدأ بالضغط على الدعسة وهو يسمى ايضاً فترة رد فعل السائق وهي تقدر عادة بفترة زمنية تتراوح بين (2) ثانية الى ثانية واحدة.

$$\text{Stopping Time} = \left(\frac{V}{r}\right) + \text{Thinkin Tim} \quad (\text{sec}) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5\text{-}5)$$

5-6) حساب مسافة الايقاف (Stopping Distance):

هي المسافة التي تقطعها فعلياً حتى تتوقف تماماً .

مسافة الايقاف = مسافة الفرملة + مسافة التفكير.

مسافة الفرملة = هي المسافة التي تقطعها السياره من لحظة الضغط على الدعسة حتى التوقف وتعطي بالمعادلة التالية:

$$\text{Braking Distance} = \frac{V^2}{2r} \quad (\text{m}) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5\text{-}6)$$

مسافة التفكير(Thinking Distance) هي المسافة التي تقطعها السياره منذ لحظة وجوب الفرملة حتى يبدأ رد فعل السائق بالتنفيذ والضغط على الدعسة وهي تساوي = زمن التفكير × سرعة السيارة

$$\text{Thinking Distance} = V \times \text{Thinking Time} \quad (\text{m}) \ldots\ldots\ldots (5\text{-}7)$$

$$(\text{Stopping Distance}) = \frac{V^2}{2r} + (V \times \text{Thinking Time}) \quad (\text{m}) \ldots\ldots\ldots (5\text{-}8)$$

مثال (5-3) :

احسب مسافة وزمن الايقاف لسيارة سرعتها (72km/hr) اذا كانت عجلة التقصير اثناء الفرملة يساوي ($5 m/sec^2$) مع اعتبار ان زمن التفكير تساوي ثانية واحدة.

الحل:

$$\text{مسافة الإيقاف} = \frac{V^2}{2r} + V \times 1$$

$$= \frac{\left(\frac{72 \times 1000}{3600}\right)^2}{2 \times 5} + \left(\frac{72 \times 1000}{3600}\right)^2 \times 1$$

$$= 2.5 + 20 = 22.5 \text{ m}$$

$$\text{زمن الإيقاف} = \frac{V}{r} + 1$$

$$= \frac{\left(\frac{72 \times 1000}{3600}\right)}{5} + 1 = 5\text{s}$$

$$\frac{2000}{2 \times 5} \qquad 3000$$

الوحدة السادسة

جهاز التوجيه

Steering Arrangement

الوحدة السادسة

جهاز التوجيه

STEERING ARRANGEMENT

ان الغاية الرئيسية من آلية الاستدارة هي تحويل الحركة الدائرية في عجلة القيادة (Steering Wheel) الى حركة جانبية في دواليب العجلة الامامية وبها يستطيع السائق توجيه سيارته حسب رغبته او طبيعة الارض التي تسير عليها السيارة وتقع في الجهة اليسرى وفي بعض السيارات في الجهة اليمنى .

6-1) نظام التوجيه

يعتبر نظام التوجيه من أهم نظم السياره والتي تعتمد سلامتها وسلامة راكبيها الى حد كبير على سلامة هذا النظام ويجب ان تتوفر في نظام التوجيه الشروط التالية:

أ- ان يتمكن السائق بواسطته من السيطرة الكاملة والتامة على السيارة تحت جميع الظروف.

ب- ان لايشكل عبئاً ثقيلاً على السائق فيجب ان تكون حركته سهلة وسلسلة وخفيفة.

جـ- يجب ان لايؤثر على وضع التوجيه اي حركة ناجمة عن الفرامل او نظام التعليق.

6-2) أجزاء نظام التوجيه:

6-2-1) عجلة القيادة (عجلة التوجيه) (Steering Wheel) :

وهي طوق يتناسب قطره مع جسم الانسان ويثبت بمنتصفه مع عمود التوجيه وتوفر عجله القيادة وظيفتها نقل عزم ازدواج من يدي السائق الى عمود

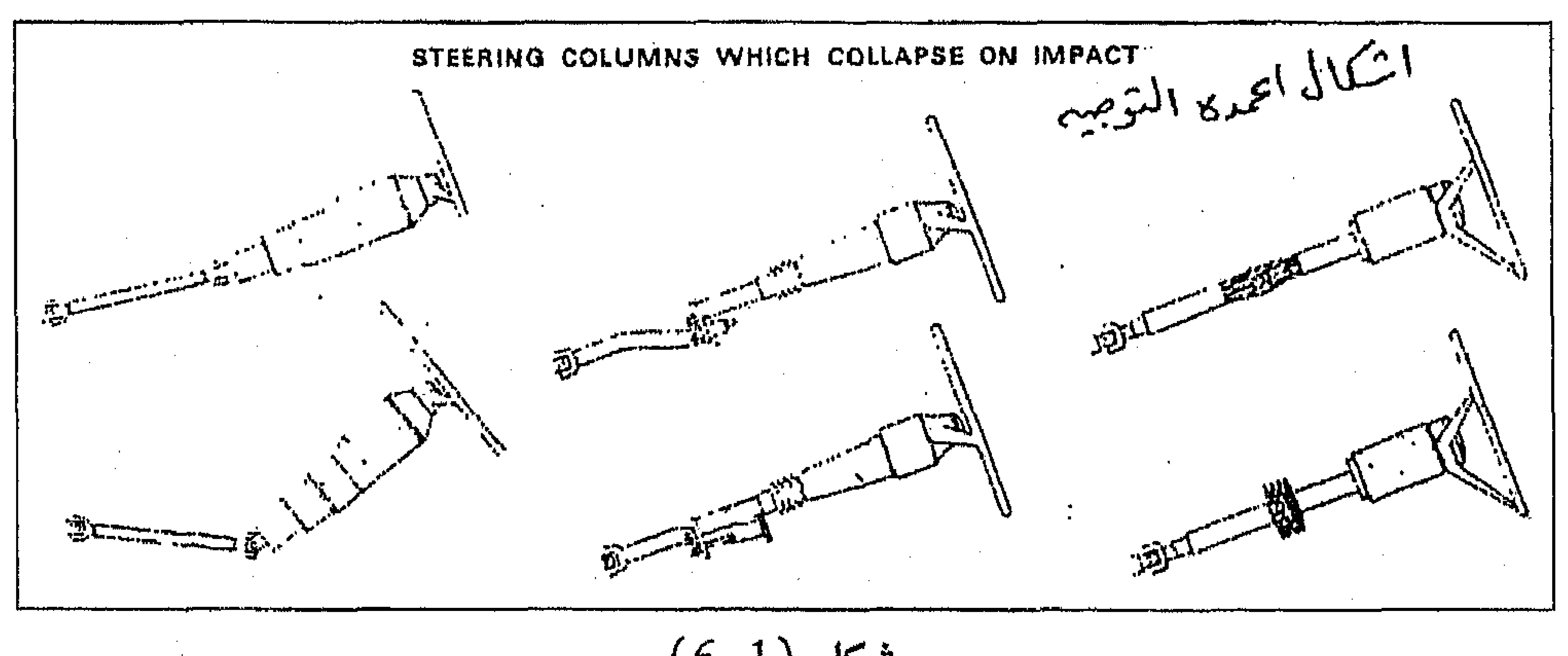
التوجيه وذلك عند ادارته اثناء سير المنعطفات. وتركب على عجلة القيادة عادة كبسه المنبه (الزامور).

6-2-2) **عمود التوجيه** (Steering Column):

يصمم على عدة انواع لتعطي مزايا مختلفة لنظام التوجيه فمنها ما يمكن ثنيه بزاوية معينة ليناسب ارتفاع قامة السائق ومنها ما يمكن سحبه الى الخلف او دفعه الى الامام وهو نظام الحركة التلسكوبية.

وينقسم العمود في بعض التصاميم الى اجزاء توصل ببعضها وبواسطة وصلات عالمية (Universal Joinets).

ويظهر الشكل (1-6) التصاميم المختلفة لاعمده التوجيه.



شكل (1-6)

6-2-3) **مجموعة تروس التوجيه** (Steering Gear Box):

تؤدي مجموعة تروس التوجيه وظيفتين هما :

1- تحويل الحركة الدائرية لعجلة القيادة وعمود التوجيه الى حركة خطية .

2- خمد (امتصاص) صدمات الطريق كي لاتنتقل الى عجلة القيادة ويجب ان يكون تصميم مجموعة التروس بحيث يتم تحريك العجلات دون الحاجة الى قوة كبيرة. وان يكون تغيير اتجاه العجلات من اقصى وضع في اليسار الى اقصى وضع في اليمين بادارة عجله القيادة ثلاث لفات ونصف.

6-2-4) **مجموعة أذرع التوجيه** (Steering Arms):

يتم التحكم بتوجيه المركبة عن طريق محاور دوران العجلات الامامية وتقوم ذراع توجيه الهابط (Drop Arm) ورافعة التوجيه (Drag Link) بنقل حركة عجله التوجه عن طريق عمود التوجيه ومجموعة تروس التوجيه الى محاور دوران العجلات (King Pin) .

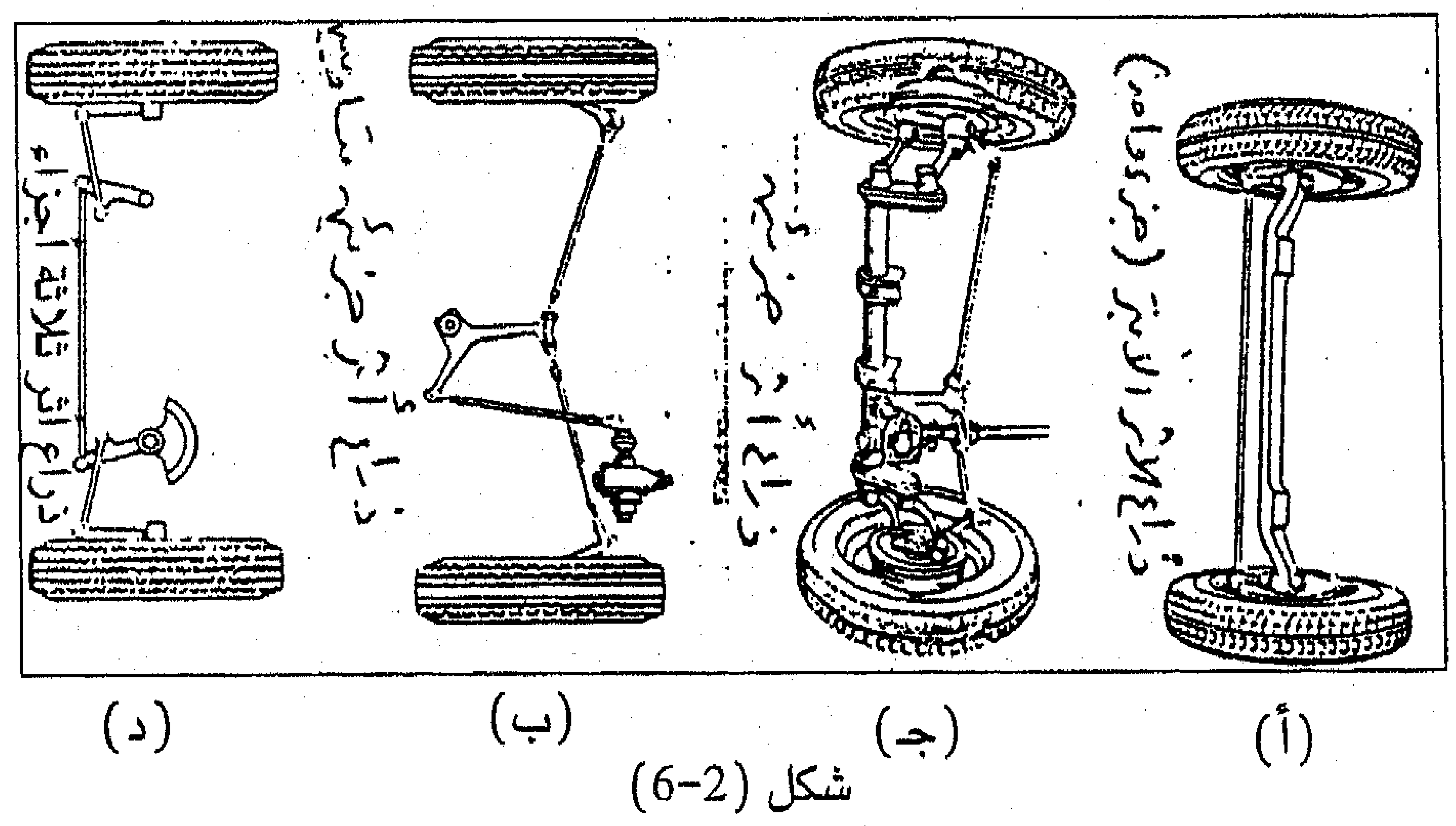
6-3) اذرع الاثر (Track Rods) :

تستخدم ثلاثة طرازات من اذرع الأثر عادة وهي :

أ- ذراع الاثر الابتر وهو غير مجزأ (قطعة واحدة) وهو ابسط انواع مجموعات التوجيه كما في الشكل (أ-2-6).

ب- ذراع أثر ذو جزئين: يسمح هذا النظام لكل عجلة بالتحرك صعوداً وهبوطاً بشكل مستقل عن باقي العجلات الأخرى وهو على نوعين الأول شكل (ب-2-6)، مجزأ في منتصفه والثاني شكل (جـ-2-6) مجزأ إلى جزئين غير متساويين.

جـ- ذراع الأثر المجزأ إلى ثلاثة أجزاء وهو يستخدم في نظام التعليق المستقل للعجلات ويعتبر هذا النوع أكثر كلفة وأعلى درجة في دقة التوجيه كما في الشكل (د-2-6).



(أ) (جـ) (ب) (د)

شكل (2-6)

6-4) الوصلات المفصلية لاذرع الاثر (Track Rids Joints):

وهي عبارة عن وصلات تصل بين اجزاء اذرع الاثر اذ قد يتألف ذراع الأثر من أكثر من جزء وتسمح بالحركة في الاتجاهين الرأسي والأفقي.

6-5) أنواع مجموعة تروس التوجيه (Steering Box):

يبين الشكل (6-3) أنواع مجموعة تروس التوجيه وهي تنقسم إلى الأنواع التالية:

6-5-1) مجموعة التوجيه بالجريدة المسننه والبنيون(Rack And Pinion)

كما هو موضح في الشكل (أ – 6-3).

6-5-2) مجموعة الترس الدودي والقطاع المسنن:

تثبت الدوده (Worm) في نهاية عمود التوجيه ويثبت قطاع الترس الدودي مع ذراع التوجيه الهابط. وعندما تدور الدوده مع دوران عمود التوجيه تتحرك معها قطاع الترس الدودي المعشق معها ويتحرك معه ذراع التوجيه الهابط. والذي بدوره يحرك اذرع الاثر عن طريق الوصلات الكروية فتتحرك العجلات الى اليمين او الى اليسار وبالمقدار المحدد كما في الشكل (ب-6-3) وفي تصميم آخر لهذا النوع. يصمم القطاع المسنن على شكل بكره ذات اسنان ويسمى هذا التصميم بمجموعة التوجيه ذات الدلافين المحزّزه، شكل (جـ-6-3).

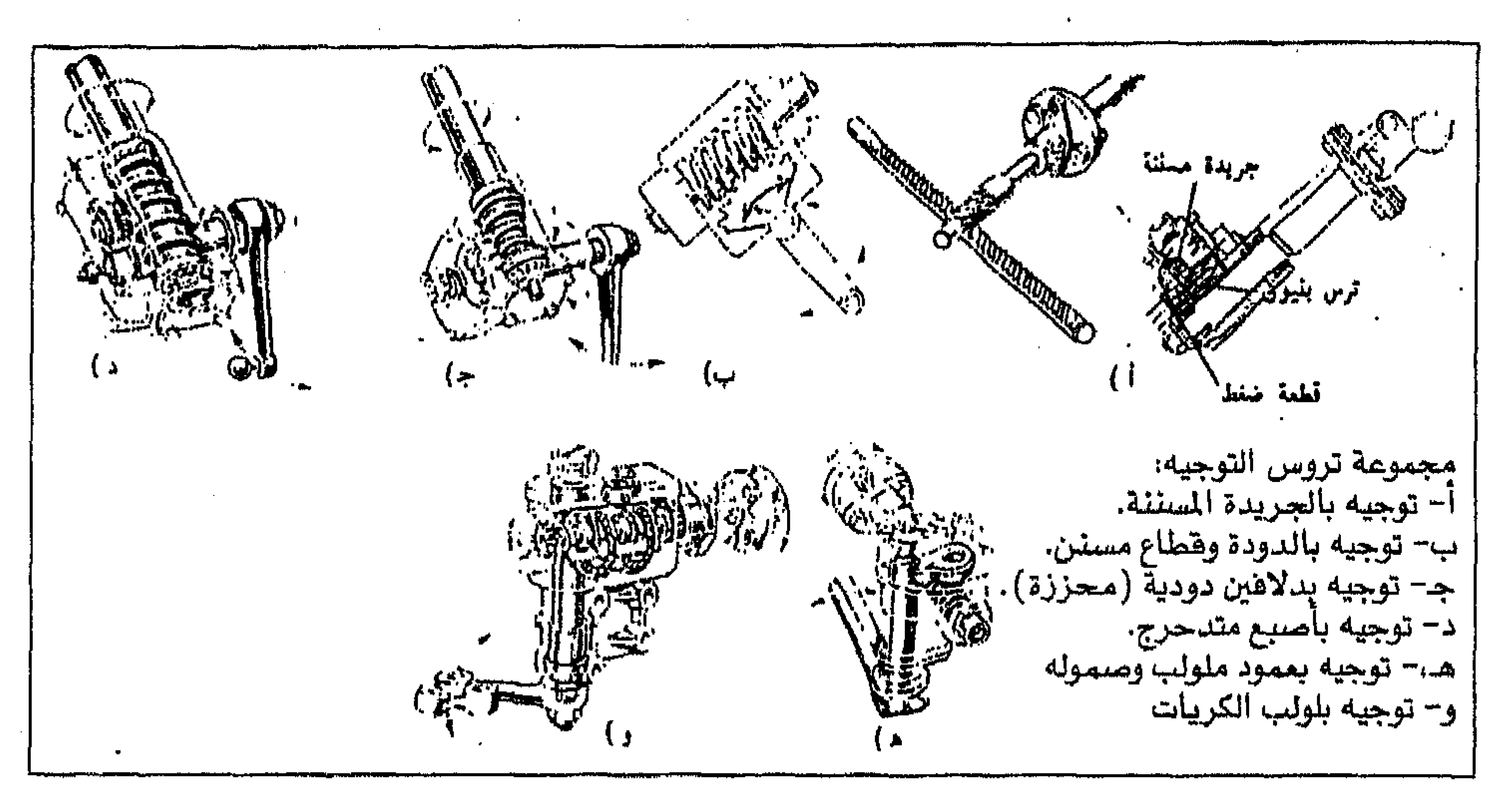
ويصمم ايضاً بطريقة أخرى على شكل جزء من سن ترس على هيئة اصبع مثل مجموعة التوجيه بالاصبع المتدحرج شكل (د-6-3).

6-5-3) مجموعة العمود الملولب والصامولة:

يثبت العمود الملولب على نهاية عمود التوجيه وتتحرك الصامولة المركبة على الملولب متجهة الى الاعلى او الى الاسفل حسب اتجاه الدوران شكل (هـ-6-3).

وتصمم آخر تصنع الصامولة على شكل صامولة كاملة مملوءة بالكريات

وهو التصميم المسمى بلولب الكريات شكل (و-3-6) ومن الجدير بالذكر انه يستعمل زيت تزييت لتسهيل حركة اجزاء مجموعة تروس التوجيه حيث يعبأ الزيت داخل العلبة المحتوية لمجموعة التروس.



مجموعة تروس التوجيه:
أ- توجيه بالجريدة المسننة.
ب- توجيه بالدودة وقطاع مسنن.
جـ- توجيه بدلافين دودية (محززة).
د- توجيه بأصبع متدحرج.
هـ- توجيه بعمود ملولب وصموله
و- توجيه بلولب الكريات

شكل (3-6)

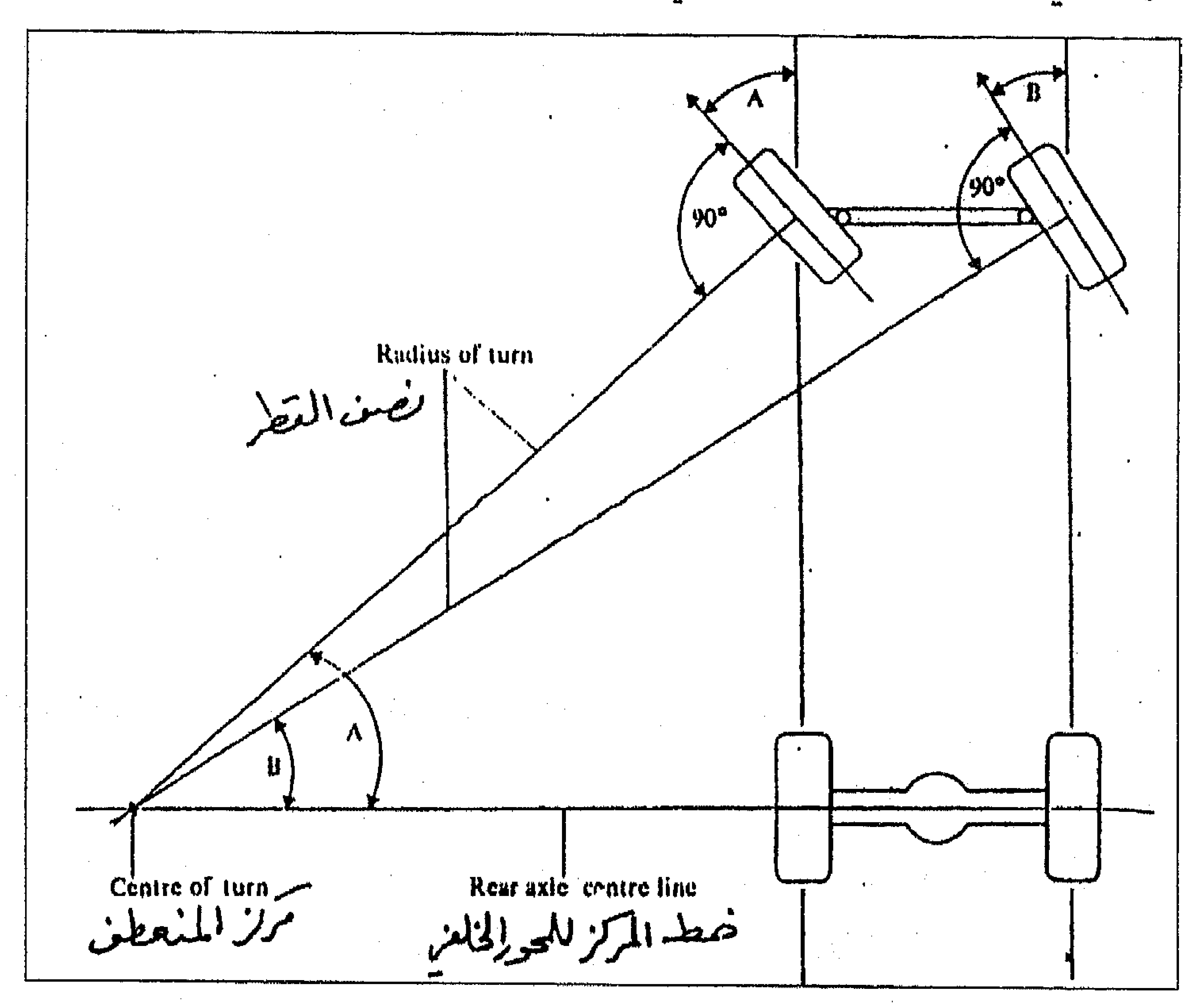
6-6) هندسة التوجيه (Steering Geometry):

من الاهمية بمكان ان تكون جميع عناصر نظام التوجيه مضبوطة بالشكل الصحيح والا كان من الصعب تحريك العجلات بالشكل المطلوب كما ان السيطرة على السيارة في السرعات العالية تصبح مهمة صعبة بالإضافة الى ان عدم انضباط نظام التوجيه بالشكل الصحيح يؤدي الى اهتراءات حادة وسريعة للاطارات.

6-7) مبدأ أكرمان (Ackermann Principle):

عندما تدور السيارة في منعطف فيجب ان تتدحرج عجلاتها بشكل كامل على سطح الطريق دون حدوث انزلاق ولكي يتم ذلك بالشكل الصحيح فيجب ان يدور كل عجل حول نفس المركز وهو مركز المنعطف ويصنع العجل زاوية قائمة مع نصف قطر المنحنى الذي يرسمه العجل. وبناء عليه فإن كل عجل من

العجلات الامامية سيشكل زاوية مختلفة عن العجل الآخر، وكما يظهر بالشكل فإن العجل الامامي الداخلي (الاقرب الى مركز المنعطف) يدور بزاوية اكبر من العجل الخارجي (الزاوية A اكبر من الزاوية B)، يستخدم مبدأ اكرمان للتوجيه في ايجاد هذه الزوايا كما في الشكل السابق.



شكل (4-6) مبدأ أكرمان

6-8) المحور الأمامي (Front Axle):

تدور الدواليب الامامية (Wheel) في أغلب السيارات على حوامل مخروطية ثابتة لاتدور اذ أن دفع الدواليب الخلفية للسيارات الآلية ينقل الى الدواليب الامامية وترغمها على التدحرج أي الدواليب الامامية مدفوعة وليست دافعة مثل الدواليب الخلفية والمحور الامامي هو محور (ميت) (Dead Axle)، والمحور

الأمامي ثابت لا يتحرك وتسند النوابض (Springs) على مقاعد خاصة لها تسمى (Spring Seat) والتي تقع عليها ثقل السيارة وحمولتها فتنقلها دواليب الطريق الى الأرض وتركب الدواليب على نهايتي المحور الامامي وتكون عائمة لكنها هي التي تقود السيارة الآلية بحركتها لذلك وجب ان تكون حوامل الدواليب الامامية مفصلية على المحور الامامي ويصنع المحور الامامي من الفولاذ بقطعة واحدة تتسع حافة القطاع العليا قليلا لتكون قاعدة للنوابض ويكون اما مستقيم او منخفض من الوسط ومرتفع من قرب الدواليب، ويقع على المحور الامامي (80٪)من وزن المحرك وبين (30٪-40٪) من وزن السيارة ويشكل على هيئة حرف (T)أو بمقطع دائري .

6-9) الوضع الهندسي للمحور الامامي والعجلات الامامية:

(Front Wheel Alignment):

تميل العجلات الأمامية وكذلك المسامير الرئيسية لمحاور دوران العجلات (Ching Pins) على كل من المستوى الرأسي والمحور الطولي للسيارة لذلك يتحدد الوضع الهندسي للعجلات الأمامية بزاويتين وهما:

1- ميل العجلات الأمامية عن المستوى الرأسي (الكامبر).

2- التراوح الميلي (الكاستر).

6-9-1) ميل العجلات الامامية عن المستوى الرأسي (الكامبر)(Camber) :

وتقسم الى نوعين:

يميل المستوى المار بجسم العجلة عن المستوى الرأسي بمقدار محسوب فتصبح المسافة بين الاطارات في الجزء المرتكز على سطح أقصر أو أطول منها في الأعلى وكما يلي:

1- عندما تكون المسافة على سطح الطريق أقصر منها في الأعلى.

ويسمى هذا الوضع الكامبر الموجب، كما في الشكل (5-6).

❖ **الآثار الناجمة عن هذا الوضع:**

أ- صغر نصف قطر دوران التوجيه.

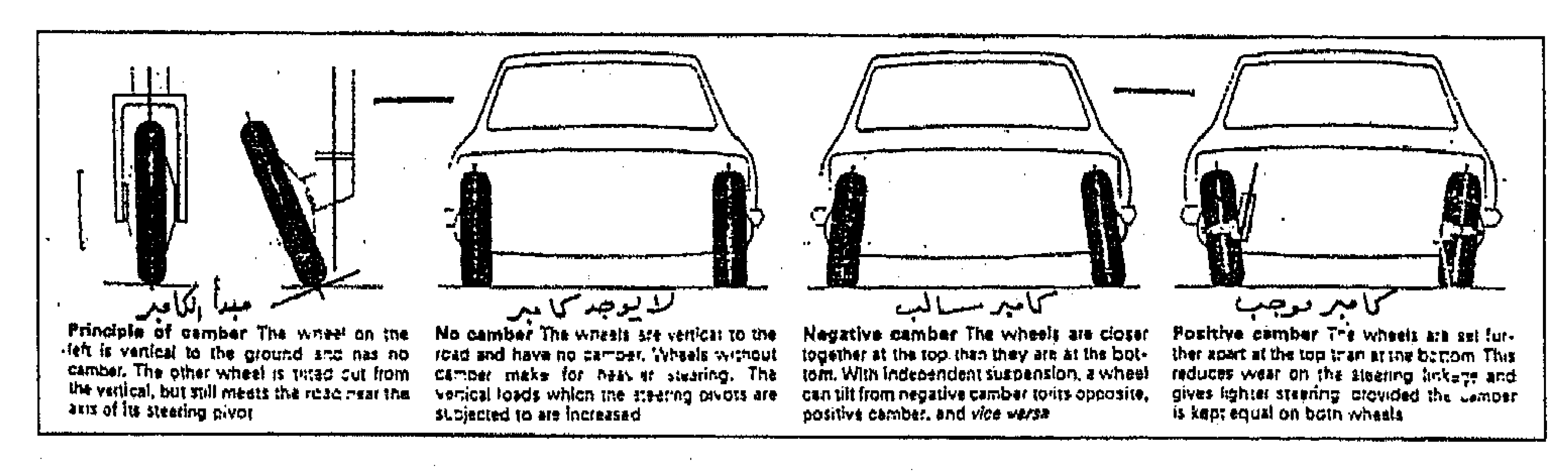
ب- انقاص القوة المطلوبة للتوجيه فيصبح التوجيه اخف وأسلس.

جـ- تقليل الاهتراء في وصلات التوجة.

يجب ان لاتزيد زاوية الكامبر عن الحد المقرر (المسموح به) والا نتجت عن ذلك آثار سلبيه ضاره وخاصة بالنسبة للإطارات.

2- اذا مالت العجلات بعكس اتجاه الكامبر الموجب فيسمى عندئذ بالكامبر السالب (Negative Camber) تنتقل العجلات بين وضعي الكامبر الموجب والكامبر السالب اثناء السير في نظام التعليق المستقل للعجلات.

ومن الجدير بالذكر ان العجلات التي لاتميل على المستوى الرأسي بمعنى انها لا تحتوي على كامبر على الاطلاق تؤدي الى ثقل حركة نظام التوجيه وتكون الاحمال الرأسية التي تقع على عاتق نظام التوجيه اكبر.

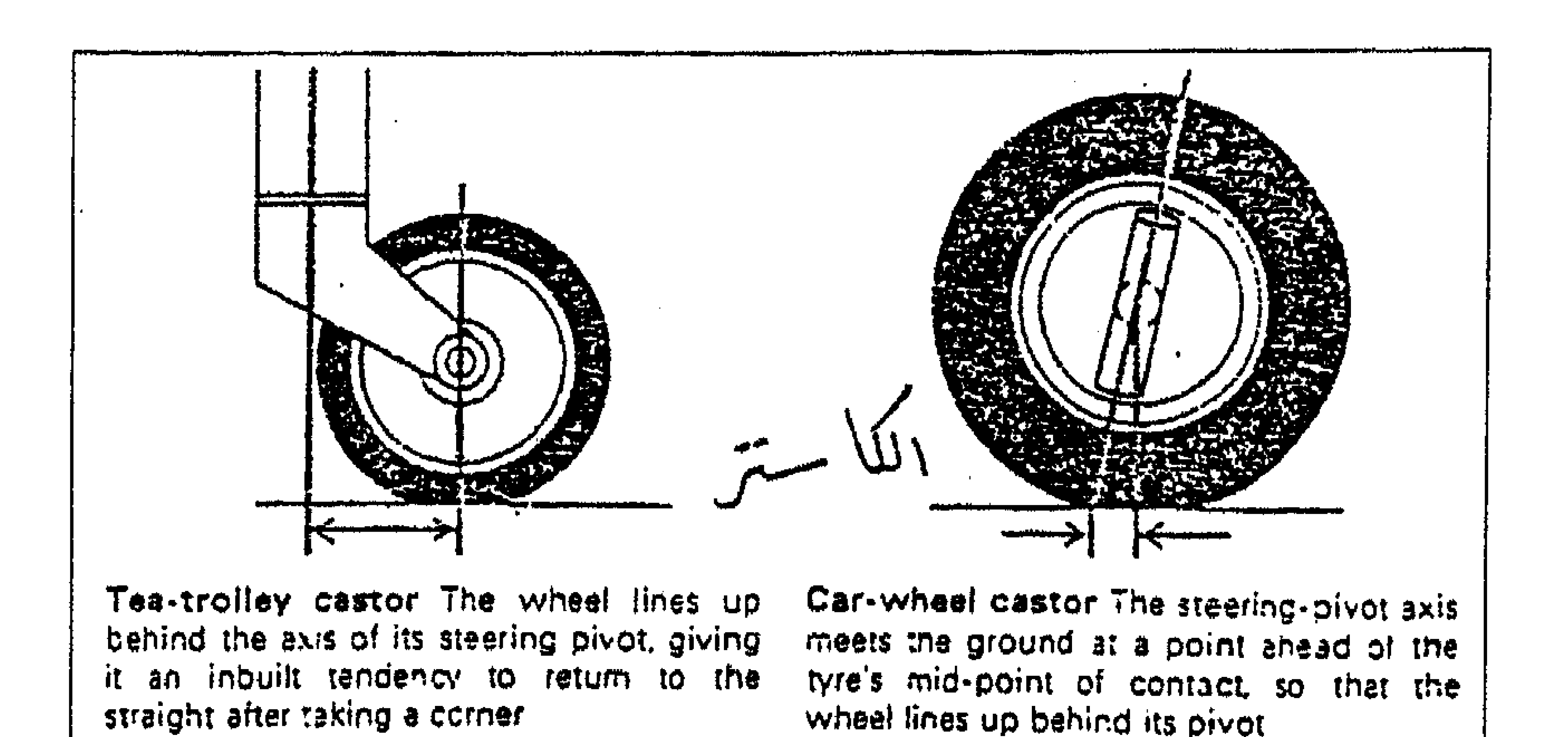


شكل (6-5)

وبشكل عام فإن لضبط العجلات بالنسبة للتقارب والتباعد يعمل على تجنب الارتعاش (الارتجاج) في مجموعة التوجيه.

6-2-2) **التراوح الميلي (الكاستر) (Casters) :**

هو ميل المسمار الرئيسي لمحور الدوران (King Pin) عن الاتجاه الرأسي في مستوى موازي لمحور المركبة الطولي او يتزحزح الى الامام موازياً لوضعه الاصلي كما في الشكل (6-6).



شكل (6-6)

أما تأثير هذا الميل (الكاستر) فهو زيادة تأثير العودة التلقائية للعجلات عند السير في المنعطفات مما يجعل السياره تتحرك بشكل مستقر ويعمل على اعادة عجله القيادة الى وضعها الاصلي تلقائياً بعد انتهاء الانعطاف.

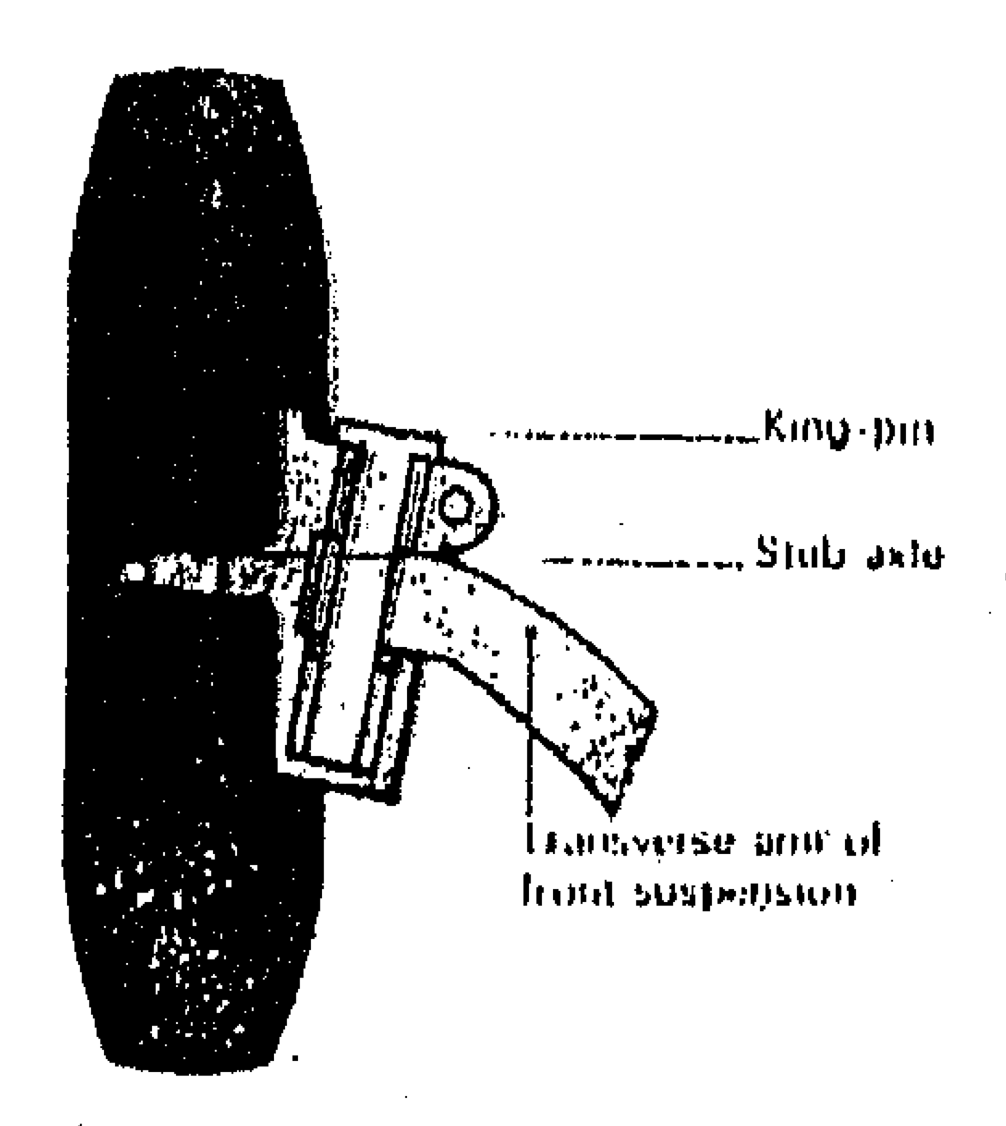
ومن الجدير بالذكر ان زاوية الكاستر يجب ان تُفحص عقب اي حادث للسياره فأي زيادة في زاوية الكاستر قد تؤدي الى حدوث ارتجاج في العجلات الامامية.

6-10) ميل المسمار الرئيسي لمحور الدوران(King Pin Inclanation):

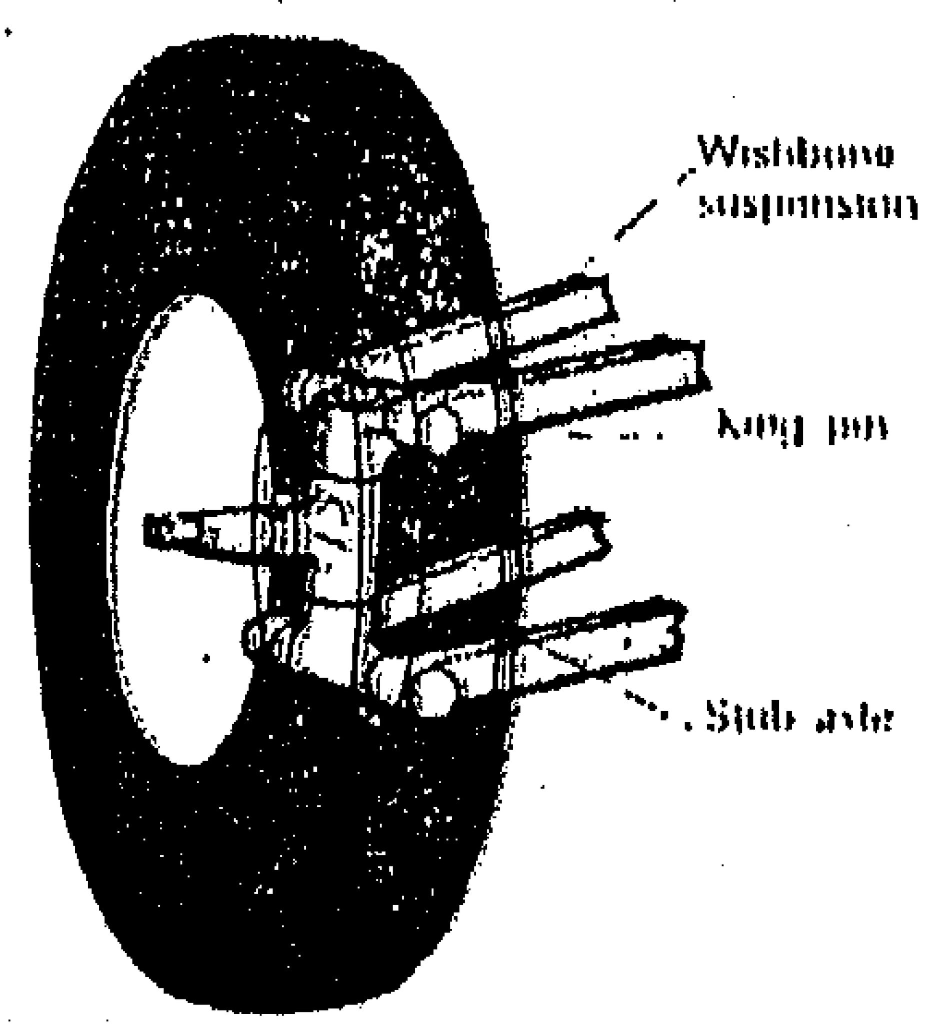
يميل المسمار الرئيسي لمحور دوران العجلة على الاتجاه الرأسي نحو محور المركبة شكل (7-6) وهذا الميل يخدم نظام التوجيه على النحو التالي:

أ- يُقصر نصف قطر دوران توجيه التدحرج وبالتالي تقليل قوة التوجيه .

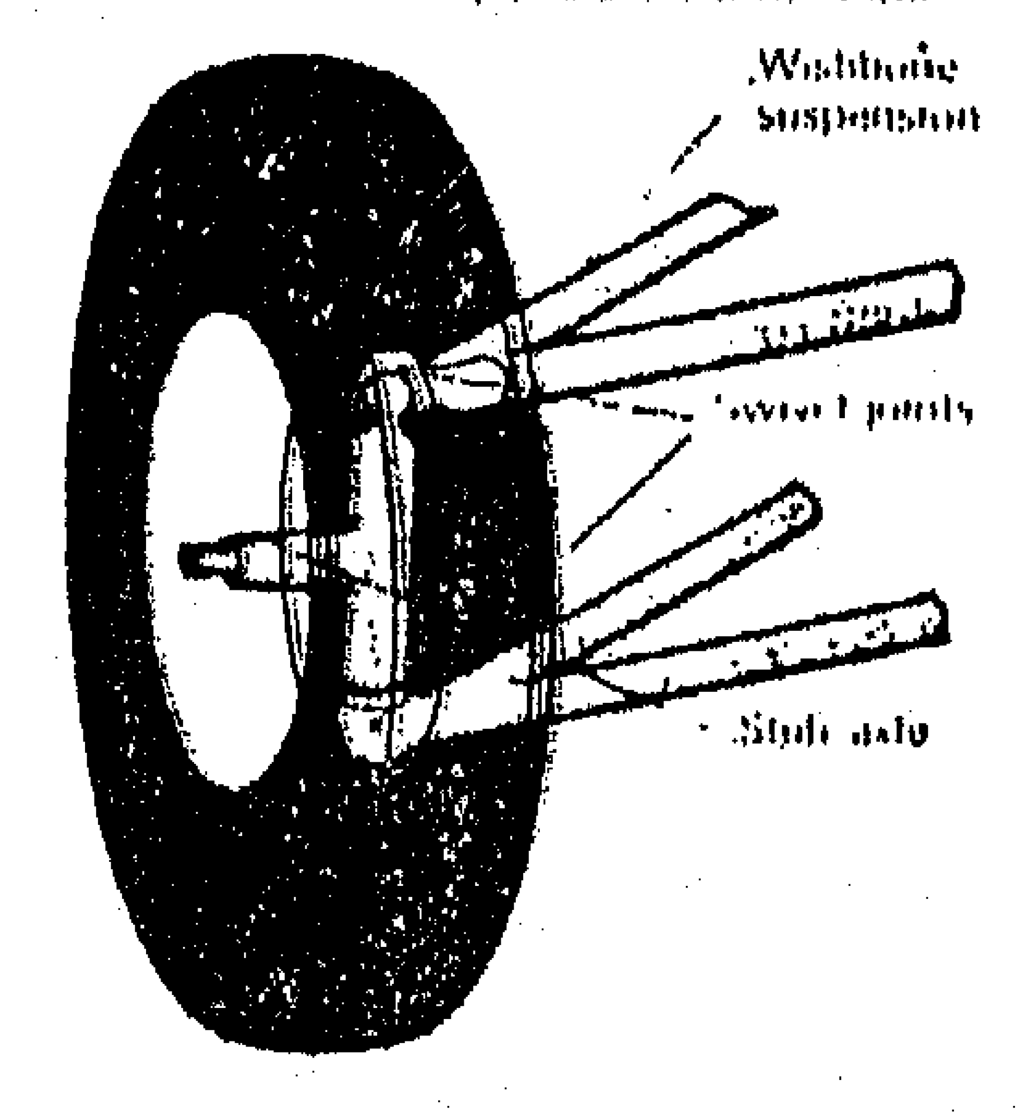
ب- عند السير في ا لمنعطفات ترجع العجلات الى وضعها الاصلي تلقائياً.



The beam type front axles of earlier cars had king pins on which the stub-axle carriers swivelled for steering the wheels



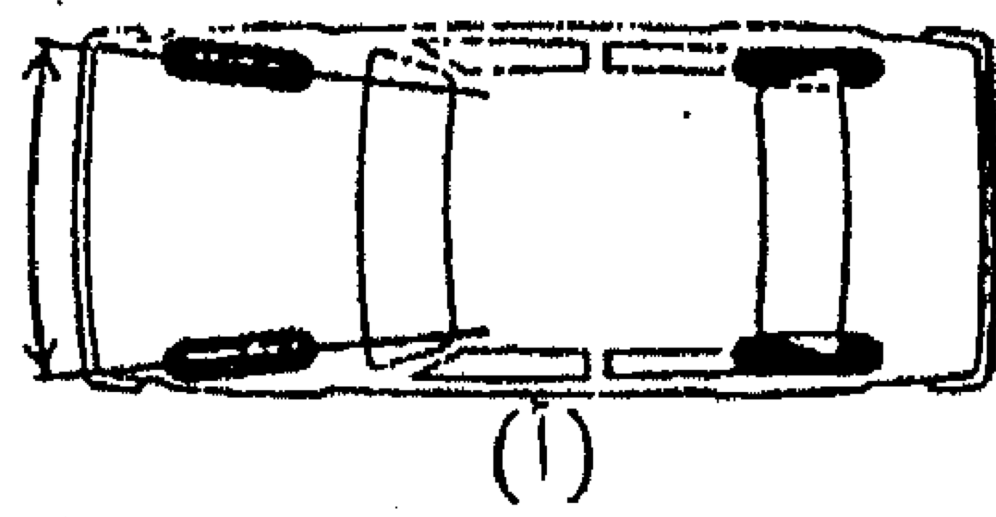
Some of the first independent suspension systems still had a king pin between the wishbones to carry the swivel member



On many cars the king pin swivel system has been replaced by a pair of ball joints with the swivel member between

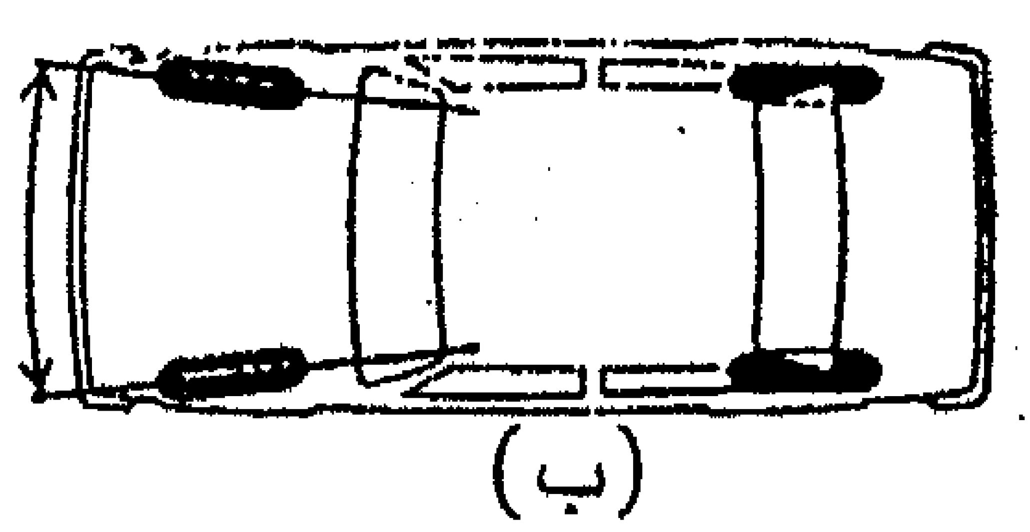
شكل (6-7)

6-11) تقارب العجلات الأمامية (Toe IN And To Qut):



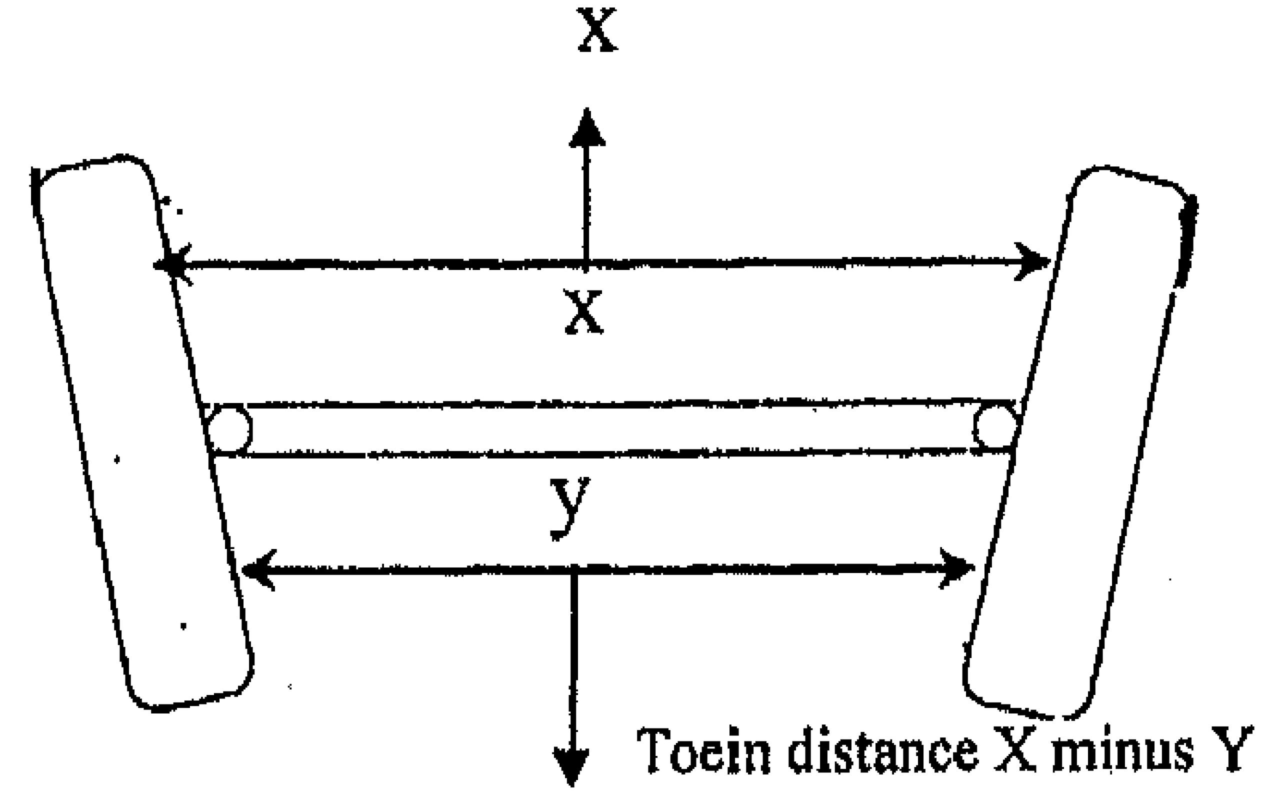
(أ)

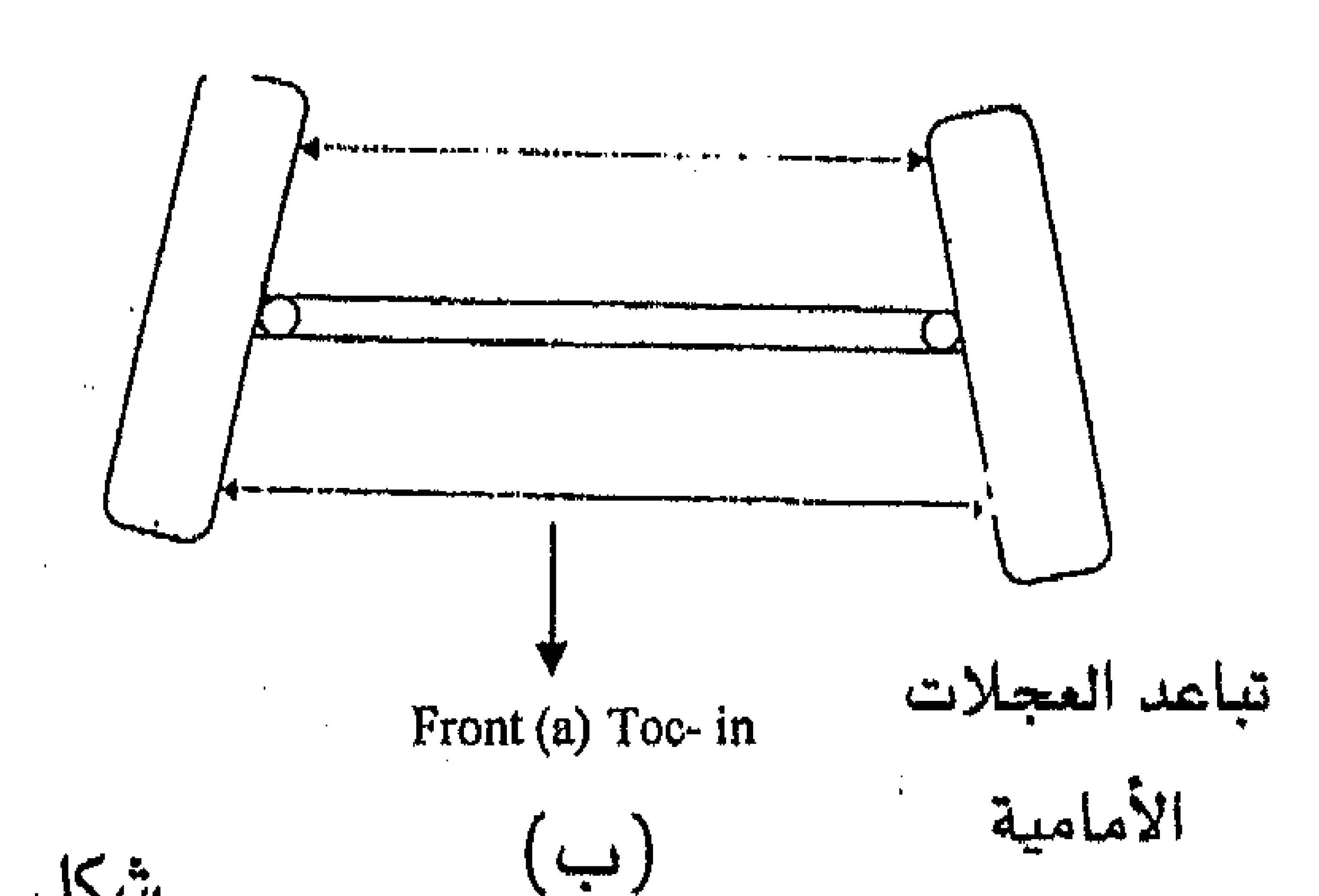
Toe-out Front wheels are set to run slightly outwards to offset a tendency for them to move inwards, as found in some front-wheel-drive cars. The adjustment is similar to that for toe-in—rarely more than $\frac{1}{16}$ in.



(ب)

Toe-out Front wheels are set to run slightly outwards to offset a tendency for them to move inwards, as found in some front-wheel-drive cars. The adjustment is similar to that for toe-in—rarely more than $\frac{1}{16}$ in.





تقارب العجلات الأمامية Front (a) Toc- in (لم المقدمة)

(أ) شكل (8-6) (ب)

أ- لمّ المقدمة (Toe In) (تقارب العجلات الأمامية):

شكل (أ-8-6) يبين شكل العجلات الأمامية (من مسقط أفقي) وهي في حالة تقارب (لم المقدمة)، تضبط العجلات الأمامية متقاربة (Toe In) في حدود $\left(\frac{1}{16}'' - \frac{3}{16}''\right)$ تقريباً وكما في الشكل السابق فإن قيمة التقارب:

$$\text{Toe in} = x - y$$

وبهذه الطريقة نضمن أن العجلات أثناء السير ستكون في وضع توازي.

ب) تباعد العجلات الأمامية (Toe – out) :

في سيارات الدفع الأمامي حيث تتحمل العجلات الأمامية شكل (ب-8-6) مهمة الدفع والتوجيه في آن واحد.

ولهذا السبب فإن العجلات في هذا التصميم ستُجر إلى الداخل فإذا كانت متوازية أصلاً فإنها ستشير وهي متقاربة إلى الداخل وهذا يؤثر على الإطارات ويعرضها للاهتراء السريع. ولذلك فإن العجلات الأمامية في نظام الدفع الأمامي عادة ما تُضبط وبها قدر محسوب من التباعد (Toe out).

وبشكل عام فإن لضبط العجلات بالنسبة للتقارب والتباعد يعمل على تجنب الارتعاش (الارتجاج) في مجموعة التوجيه.

6-12) نسبة التوجية (Streering Ratio) :

هي النسبة بين دوران عجله القيادة والزاوية التي تتحركها اذرع التوجيه.

فمثلاً : إذا دارت عجلة القيادة دورة كاملة (360°) لكي تدير اذرع التوجيه زاوية (30°) كانت نسبة التوجيه كما يلي:

$$\text{Steering Ratio} = \frac{360}{30} = 12:1 \qquad \text{(6-1)}$$

تتراوح نسبة التوجيه في السيارات الصغيرة في حدود (15:1) ، أما في السيارات الثقيلة فتكون النسبة في حدود (24:1).

6-13) التوجيه بالقوة المساعدة (Power Steering) :

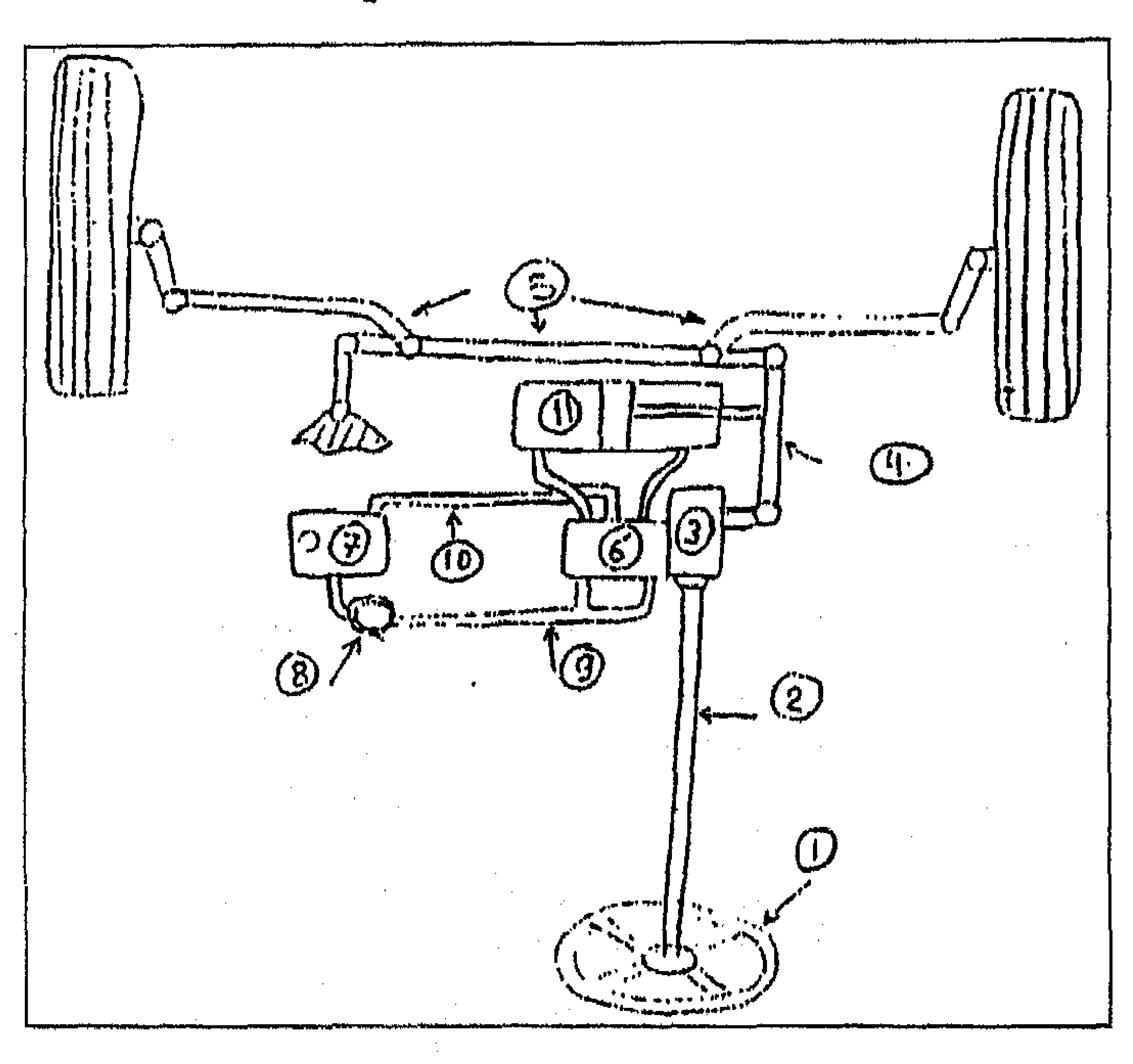
أدت الاوزان الكبيره للمركبات الى جانب السرعات الكبيره وكذلك الرغبة في الحصول على اكبر قدر من الراحة اثناء قيادة المركبة الى ابتكار اجهزة تساعد السائق في عملية التوجيه وهناك طرازين اجهزة تساعد السائق في عملية التوجيه وهناك طرازين للتوجيه بالقوة المساعدة هما:

1- توجيه هيدروليكي مع استخدام مجموعة تروس توجيه.

2- التوجيه الهيدروليكي الكامل.

6-13-1) توجيه هيدروليكي مع استخدام مجموعة تروس توجيه (Semi Power Steering):

يتم في هذا النوع تكبير قوة التوجيه التي يبذلها سائق المركبة بواسطة ضغط الزيت الهيدروليكي الشكل (6-9). فتستعمل دائرة هيدروليكية مكونه من خزان للزيت الهيدروليكي ومضخة هيدروليكية وانابيب توصيل وصمام تحكم كما في الشكل، بالإضافة الى اسطوانه تشغيل تحتوي على مكبس.



شكل (6-9)

تنفذ الانابيب الى اسطوانه التشغيل من الجانبين ويتحكم صمام التحكم بامرار تيار الزيت باتجاه دعم حركة اذرع التوجيه.

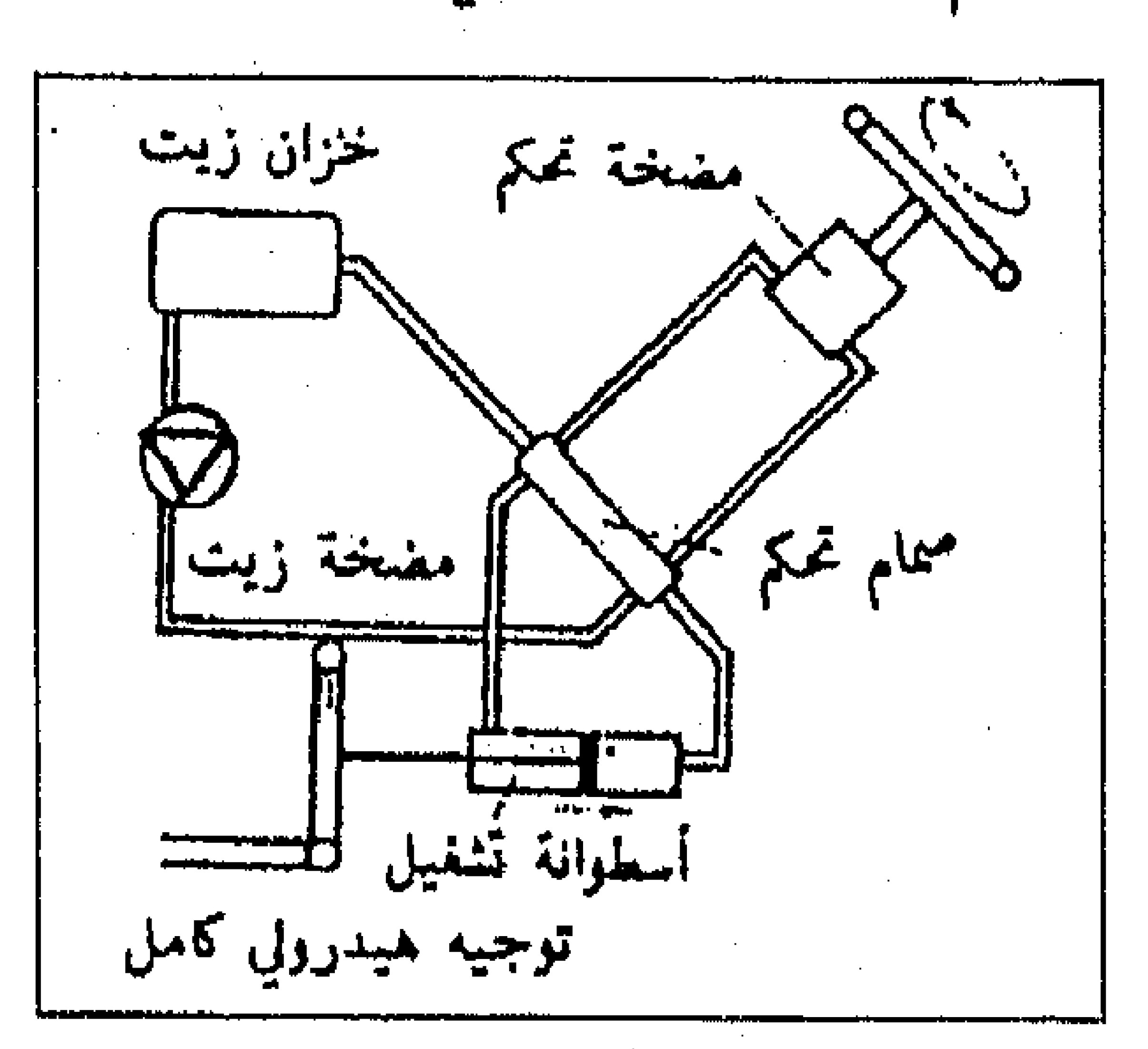
تعمل المضخة الهيدروليكية على رفع ضغط الزيت الهيدروليكي. فعند ادارة عجلة القيادة تقوم مجموعة تروس التوجيه بتحريك ادرع التوجيه وفي نفس الوقت يتأثر صمام التحكم باتجاه دوران عمود التوجيه فيسمح للزيت

الهيدروليكي المضغوط ان يمر الى احد جانبي اسطوانة التشغيل مما يوجد ضغطاً على احد جانبي المكبس بداخلها والذي يتحرك استجابة لهذا الضغط فيسحب او يدفع ذراع يرتبط مع اذرع التوجيه فيضيف الى قوة تحريك نظام التوجيه قوة اضافية تسهل على السائق هذه المهمة.

من الجدير بالذكر ان خط الانبوب الثاني المتصل باسطوانة التشغيل يعمل عندئذ كخط راجع يعيد الزيت الهيدروليكي من الجانب الآخر للمكبس الى خزان الزيت الهيدروليكي.

6-13-2) التوجيه الهيدروليكي الكامل (Full Power Steering) :

في هذا الطراز لايوجد اي ارتباط او اتصال ميكانيكي بين عجلة القيادة واذرع مجموعه التوجيه، فتعمل عجلة القيادة على تشغيل مضخة تحكم، والتي بدورها تشغل صمام التحكم من اجل تحديد تيار الزيت المتدفق وفي هذا التصميم يعتمد نظام التوجيه تماماً على سلامة الدائرة الهيدروليكية التي تتحكم بحركة اجزآء النظام كما ملاحظ في الشكل (6-10).



شكل (6-10) التوجيه الهيدروليكي

اما التصميم السابق فإنه اذا حدث اي خلل في نظام الهيدروليك يبقى النظام الميكانيكي يعمل ولكنه يصبح أكثر قساوة وأصعب.

- تم بعون -

المراجـــع References

- Motor Vehicle Technology .

Parts 1 and 2.

By: J.A.Dolan – 1980

Heinemann Educational Books Ltd.

- Motor Vehicle Engineering Science for Technicians.

By: S.J. Zammit – 1992.

Long Man Group Uk Ltd.

- صيانة المركبات وتشخيص أعطالها.

سفيان توفيق أحمد – 1999.

عمان – دار صفاء للنشر والتوزيع.

- صيانة السيارات

د. عدنان عباس العزاوي.

م. ناصر أحمد ناصر 1980.

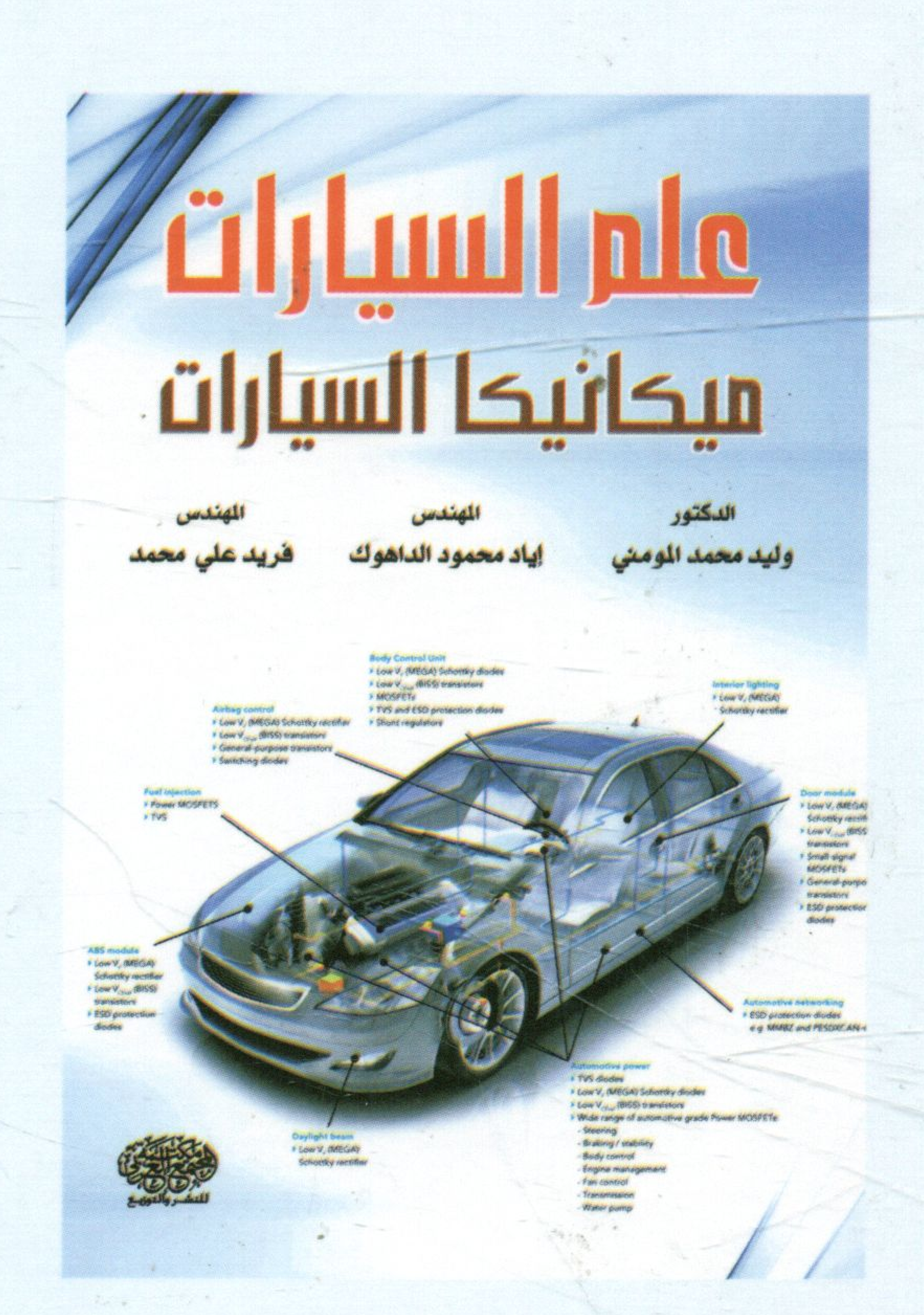
دار النشر لوزارة التعليم العالي والبحث العلمي /بغداد.

- مجموعات نقل الحركة في السيارات.

م. أحمد ناصيف 1989.

دار الكتاب العربي – دمشق.

علم السيارات
ميكانيكا السيارات







الأردن-عمان-وسط البلد- ش. السلط - مجمع الفحيص التجاري- تلفاكس: 2739 463 6 962+
خلوي: 5651920 79 962+ ص.ب 8244 الرمز البريدي 11121 جبل الحسين الشرقي
الأردن - عمان - الجامعة الأردنية - ش. الملكة رانيا العبدالله - مقابل كلية الزراعة - مجمع زهدي حصوة التجاري
www.muj-arabi-pub.com
E-mail:Moj_ pub@hotmail.com